وزارة التعليم العالي
المعهد العالي للسياحة والفنادق وترميم الآثار
أبوقير - الإسكندرية

دراسات في

علاج وصيانة العناصر المعمارية والفنية لمنازل رشيد الأثرية

الدكتور / إبراهيم محمد عبد الله
رئيس قسم ترميم الآثار

المحتويات

مقدمة تاريخية :

مدينة رشيد إحدى مدن محافظة البحيرة وتقع الآن على مسافة اثنى عشر كيلومتر فوق مصب النيل " فرع رشيد " وهى تمثل إحدى زوايا المثلث الذى تشغله الدلتا بين القاهرة ودمياط ورشيد .

وتعد مدينة رشيد أحد الثغور المصرية الهامة الواقعة على ساحل البحر الأبيض المتوسط وهى تبعد حوالى ستين كيلومتر شرق مدينة الإسكندرية وقد تذبذبت أهميتها التاريخية على مر العصور طبقا للعوامل المتعددة والمحيطة بها من النواحى الحربية والتجارية والتأثيرات البيئية سوف يتم توضيحها طبقا للفترة التاريخية التى مرت بها كما يلى :

مدينة رشيد فى العصر الفرعونى والرومانى

نظرا لوقوع مدينة رشيد على مصب فرع نهر النيل البولبتينى "فرع رشيد" وتكون الدلتا ونموها عند مصبات الأنهار على حساب البحر بمعدل ١٢ قدما فى العام مما أدى إلى تغير موقع رشيد خلال العصور الفرعونية والإسلامية.

ففى العصر الفرعونى ذكرها استرابون باسم مدينة بولبتين وقد نسب فرع النيل لها وهى تقع الآن جنوب مدينة رشيد الحالية حيث تبعد عنها بنحو ثلاثة كيلو متر وهى عبارة عن مجموعة من التلال الرملية تتدرج فى الانخفاض حتى تصل إلى أقصى انخفاض لها عند نقطة الصفر التى يمثلها شريط ضيق يسير فى محاذاة الشاطئ الغربى لنهر النيل . وقد اشتق اسمها من الاسم الفرعونى Rekhyt وهو اسم سكان الدلتا والذى تحول إلى الاسم القبطى Rachit (رشيت) ثم إلى رشيد فيما بعد.

لقد كانت المنطقة التى تشغلها مدينة رشيد فى العصر الفرعونى ضمن

المقاطعة الغربية "رع امنتى " أو " نفرامنتى " وهى المقاطعة الأولى غربا وسماهـا اليونانيين ميتليت Metlite وتقع بين الإسكندرية الفرع البولبتيني وتشـغل شمال محافظة البحيرة حاليا .

وفى العصر البطلمى ٣٣٣ ق.م كانت مدينة بولبتين سوقا رائجة وكان بها معبد كبير " معبد بولبتنيوم " و الذى كان يضم نسخة من القـرار الـذى أصدره مجمع الكهنة إجلالا وتقديرا للملك بطليموس الخـامس Epiphans عام ١٩٦ ق.م مما يعكس أهمية مدينة بولبتين فى هذه الفترة وقد كان قرار الكهنة مدونا على حجر البازلت الأسود بالخطين الهيروغليفى و الـديموطيقى وترجمـة باليونانية واكتشفه الفرنسيون عام ١٧٩٩ بقلعة قايتباى والذى كان مفتاحا لفك طلاسم ورموز اللغة المصرية القديمة على يد جان فرانسوا شامبليون وقد بـدأت حفائر المجلس الأعلى للآثار بتل أبومندور (مدينة بولبتين) بطريقة منتظمة اعتبارا من عام ١٩٩٢ م — ١٩٩٩م حيث تم الكشف على مجموعة من المبانى مستطيلة الشكل من الطوب الأحمر الآجر وغير مسقوفة واستخدمت المادة الطينية من طمى النيل كمونة للربط بين المداميك وهى تشكل تجمع حضرى على ساحل النيل به مخازن وغرف للإقامة ومدافن وهى تقع على جانبى سور طوله اكثر مـن ٥٠ م ذو دعامات نصف دائرية وكذلك عثر على بقايا فرن لحرق الفخـار كمـا تم العثور على كميات كبيرة من اللقى الأثرية والجرار الفخارية والأمفورات ومعادن وزجاج وعملة ومسارح فخارية ومنها كذلك قارورة أبو مينا والتى تـدل إلى وجود وفود من هذه المدينة إلى منطقة أبو مينا والتى دفن بها القديس أبو مينـا والتى ظلت خلال العصور الرومانية وحتى العصور الوسطى أهم مركز مسيحى للحج فى مصر .

رشيد فى العصر الإسلامى

وقد استمر العمل بنفس التقسيم الإدارى الفرعونى والبطلمى والرومانى فى بداية العصر الإسلامى مع تغيير اسم الوحـــدة الإداريـــة إلى **Nomus** أى مقاطعة والتى سميت كوره **Chore** ولقد ذكر المؤرخون أن مدينـــة رشـــيد بدأت فى الظهور عام ٢٥٦ هـــ / ٨٧٠ م عندما أمر الخليفة المتوكل بإنشاء عدد من الأربطة فى عام ٢٣٩ هـــ/ ٨٥٣ م بعد التهديد البيزنطى للثغور المصرية .

أما فى العصر الفاطمى أصبحت مدينة متحضرة وانتعشـــت تجارتهـــا ومزارعها وخاصة عندما انشأ الفاطميون مدينة القاهرة سنة ٣٥٨ هـــ/ ٩٦٩ م و أصبحت رشيد مع دمياط ميناءين هامين ومركزين للتجارة.

أما فى العصر المملوكى فزاد الاهتمام برشيد نظرا لأنها كانـــت محـــط أنظار القراصنة والفرنجة وكانت هذه الأخطار سببا رئيسيا دفع السلطان جقمق ٨٤٥هـــ – ٨٥٧ هـــ إلى تزويد المدينة بالجنود لحمايتها من هجمات الفـــرن وأنشأ السلطان قايتباى ٨٧٦ هـــ / ١٤٧٢م برجه العظيم برشيد ومثيـــل لـــه بالإسكندرية وكذلك أمر السلطان الغورى بإنشاء سور على ســـاحل البحـــر وأبراج لحفظ الثغور وذلك بعد أن ساءت العلاقات بين العثمانيين والمماليـــك وعلى ذلك فقد كانت رشيد فى العصر المملوكى مجرد ثغر حربى وقـــد شـــجع الغورى الأجانب على الإقامة بالثغور ومنها ثغر رشيد وخاصة البنادقة بعـــد أن كان ذلك محظورا لأسباب حربية منذ العصر الأيوبى .

وفى العصر العثمانى وذلك باستيلاء سليم الأول علـــى الـــبلاد وزوال سلطنة المماليك سنة ١٥١٧م وكانت مصر مقسمة من الوجهة الإدارية إلى ستة عشرة مديرية تسمى كل منها اقليما ، تسعة منها فى الوجه البحرى ومنها رشيد والتى كانت اكثر عددا من الإسكندرية.

وقد زادت أهمية رشيد بعد ردم ترعة الإسكندرية التى كانت تصل الإسكندرية بالنيل والتى كانت طريق الملاحة بين الإسكندرية والقاهرة وسائر بلاد الوجه البحرى فلما ردمت فى عصر المماليك بسبب الإهمال صارت المواصلات بين الإسكندرية والقاهرة عن طريق رشيد و أصبحت موقعا حربيا وتجاريا على جانب كبير من الأهمية وذلك لأنها مفتاح النيل (فرع رشيد) على البحر الأبيض المتوسط وطريق المواصلات النيلية إلى داخل البلاد فكانت المراكب تنقل البضائع من الإسكندرية إلى رشيد وتنزل النيل أو تفرغ شحنتها فى مراكب أخرى حتى تصل إلى القاهرة وصارت رشيد مركزا تجاريا عظيما يلتقى بها جزء كبير من صادرات الدلتا وواردات أوروبا والأناضول مما أدى إلى إنعاش الحالة الاقتصادية للمدينة فأنشئت بها المصانع والمنازل والوكالات والمساجد والخانات والحمامات وكثر تواجد الأجانب بها.

وقد استولى الفرنسيون على رشيد فى يوليو ١٧٩٨م بدون قتال وصار الجنرال مينو حاكما عليها وقد أهتم الفرنسيون بترميم قلعة قايتباى برشيد .

وعندما غزا الإنجليز مصر فى عام ١٨٠٧ م وشرعوا فى غزو رشيد أرسل محمد على النجدة إلى المدينة وقد استطاع أهل رشيد أن يوقفوا الغزو الإنجليزى بعد إخلاء المدينة من الأهالى وقتال الإنجليز فى شوارع المدينة حتى هزيمتهم و إجبار الجنرال فريزر على الانسحاب الكامل من مصر .

وفى عصر محمد على كان بداية اضمحلال المدينة ، خاصة بعد حفر ترعة المحمودية ١٨١٩ م والتى تسببت فى تحول التجارة إلى مدينة الإسكندرية وعمل محمد على وخلفائه على تحصين المدينة بإنشاء عدد من الطوابى حولها وحتى مدينة الإسكندرية ومع إنشاء محمد على المصانع المختلفة بها إلا أنها لم تكن عوضا عن التجارة .

العوامل المؤثرة على التصميم المعمارى والزخرفى لمبانى رشيد

(١) الموقع

يعتبر الموقع من العوامل الهامة حيث تقع رشيد على نهر النيل وكان ذلك عاملاً مهماً من عوامل الاتصال بين رشيد ومدن القطر وساعد موقعها على البحر الأبيض المتوسط على توفير سبل الاتصال بالعالم الخارجى وكان ذلك سببا لازدهار التجارة والعمران بها ولذلك كثرت فيها الخانات والوكالات والحمامات والمخازن والمصانع كما أن موقعها على النيل جعل حركة العمران وتخطيط المدينة يأخذ تخطيط موازى لنهر النيل كما حدث امتداد لعمران المدينة على مر العصور وذلك لوجودها على مصب نهر النيل وازدياد وتكوين الدلتا نتيجة لحركة الترسيب التى يقوم بها النهر ولذلك وجدنا موقعها فى العصر الفرعونى والبطلمى جنوب موقعها الحالى والمتميز بكثرة آثاره ومبانيه التى تعود إلى العصر الإسلامى .

ونظرا لاعتبارها أحد الأهداف الرئيسية للغزاة فقد اعتنى بتحصينها و إقامة الأسوار والأبراج والطوابى حولها كما أن تخطيط مبانيها تأثر أيضا بذلك فقلت المساحات المخصصة للبناء مما أدى إلى قلة اتساع الشوارع كما تميز الدور الأرضى للمبانى بضخامة الحوائط ومتانة الأبواب والتى يصعب فتحها عسود ووجود المصبعات الحديدية على الفتحات بالدور الأرضى .

كما أن رقعة الأرض الضيقة تم تعويضها بالاتساع الرأسى وبناء العديد من الطوابق لتلبية احتياجاته اليومية لذلك وجدنا منازل وصلت عدد أدوارها إلى ستة أدوار وبعضها خمسة أدوار مثل منزل الميزونى وحلال .

(٢) وظيفة المبنى :

نظرا لموقع رشيد الفريد ورواج التجارة الداخلية و الخارجية بها مما أدى إلى كثرة الوكالات والحوانيت واستغلال معظم الأدوار الأرضية بالمبنى كمخازن للبضائع وقد يستخدم كوكالة ودكاكين فقد تنوع استخدام الدور الأرضى تبعا لمهنة منشئ المترل أو تبعا للمنطقة القائم بها المترل وقد غلبت عليها الصفة التجارية وقد أدى ذلك إلى تعدد أبواب الدخول إلى المترل حيث يتم من خلال بابين ، غالباً الباب الأول معقود ويتكون من ضلفة واحدة أو ذو خوخة ويؤدى إلى الدركاه أو إلى السلم الصاعد إلى أدوار المترل وتمثل الدركاه مدخلا منكسرا و أحيانا يؤدى الباب إلى السلم مباشرة و أما الباب الأخر فيتكون من ضلفتين ويؤدى إلى المخزن أو الوكالة وهو يحتوى على مجموعة من المزاليج بغرض إحكام القفل من الداخل وقد صممت المزاليج بدقة وعناية لإحكام القفل معتمدة على توزيع القوة وفى كافة الاتجاهات الأفقية والرأسية وذلك حماية للمخازن والبضائع الموجودة بالوكالة .

وبالنسبة للطابق الأول فوق الشادر والمسمى (بالدهليز) يتوسطه صالة كبيرة يتفرع منها غرف وقاعات وقد سمى هذا الدور بالسلاملك وهو خاص بالرجال أو قسم الاستقبال كما زودت الدرقاعة به بدولاب مناولة وهو دولاب محورى مثبت من أعلى ومن أسفل بمحور يدور أفقيا لتمكين سيدة المترل من تقديم الطعام والشراب إلى الضيوف دون أن يطلع عليها أحد .

ويعلو هذا الدور الثانى الحرملك وهو معد لسكنى الحريم والأسرة أما الدور الثالث فهو يشبه الدور الثانى تماما ويسمى وسط الدار العليا أما الدور الرابع فكان يسمى الحضير وهو الدور المكشوف الذى يعلو المترل وكان به ساتر يحجب النساء .

وكان تخطيط الدورين الثانى والثالث على نفس تخطيط الـــدور الأول ،كما تميز الدور الثانى بالمنازل بأنه يحتوى على تخانه بها خرزة لسحب المياه من الصهريج الموجودة أسفل المنزل من خلال قصبة مقامة بالبناء ومركـــب عليهـــا دولاب لسحب الماء من الصهريج وذلك لتحصل النساء على المياه المحتاجة لهـــا بدون ظهورهم فى حجرة الاستقبال أو الدور الأرضـــى المخصـــص للأعمـــال التجارية توفيرا للجهد وتحقيقا للخصوصية .

(٣) الشروط والقوانين والنظريات المتبعة فى أعمال العمارة :

لقد كانت أعمال التخطيط العمرانى والبناء وتوزيع الشوارع وارتفاعات العمائر تخضع لإشراف المحتسب وكان شيخ الطائفة يشرف على هذه الأعمـــال من الناحية الفنية كذلك إقامة الصهاريج الخاصة بحفظ المياه وكان يشـــترط أن يكون سطح الصهريج بمستوى الشارع المحيط وتكون جدرانه سميكة تصـــل إلى مترين ومغطاة بمونة الخافقى وهى مونة جيرية تستعمل فى طلاء حيطان الصهريج التى يراد تخزين المياه بها.

وكان يراعى أن تسير العمائر مع خطوط التنظيم حتى لو كان المـــبنى مسجدا ويشترط أن يكون لكل مبنى رصيفا بالشارع من الحجر الجيرى وكانت الشوارع تنظم طوليا تقطعها شوارع أخرى عرضية كان أهمها الشارع الأعظم . شارع بور سعيد حالياً وهو المسمى بدهليز الملك وذلك لكثرة مبانيه الضـــخمة وسكن علية القوم به وكان يبدأ غربا عند مسجد العراقى ويمتد شرقا حتى نهـــر النيل أما الشارع الطولى الرئيسى فهو شارع السوق العمومى والذى يمتد مـــن مسجد زغلول حتى مسجد المحلى ويستمر شمالا موازيا للنيل وكان يتفرع مـــن هذين الشارعين الرئيسيين شوارع أخرى فرعية . خريطة رقم (١)

وقد سميت أخطاط المدينة باسم الحرف التى كانت تمارس بها مثل خطة الحضرية وخطة المكارية وكانت تقع عند نهاية الشارع الأعظم غربا وخط الصوارية فى سوق الخشابين شرقى شارع السوق العمومى وخط القفاصين وخط حمام النحاس جنوب شرقى المدينة وخط سوق الحطب غربى المدينة وخط سوق اللحم .

وقد حرص الأهالى على عدم ترك أى موقع بدون بناء مادام واقعا داخل حدود التخطيط العمرانى وقد أدى ذلك إلى لجوء المصمم المعمارى إلى محاولة التعويض فى المساحة بمحاولة الاتساع الرأسى وذلك ببناء العديد من الطوابق وكذلك زيادة مساحة المنزل بعمل الموردات المرتكزة على الكوابيل الخشبية .

(٤) الحيز و العلاقة بين الفراغات وعناصر التأثيث :

روعى فى تنفيذ مبانى رشيد إيجاد سمكا مناسبا للحوائط يتناسب مع الظروف الإنشائية للمبنى وقد استفاد منه فى إقامة دواليب حائطية فى الجدران السميكة وهذه الفراغات فى الجدران نشأت نتيجة الدراية والخبرة والتنسيق الواعى بين المصمم المعمارى والمصمم النجار وذلك للاستفادة من كل المساحات الداخلية المتبقية والاستفادة منها فى عمل خزانات لحفظ الملابس والفرش والأدوات المنزلية كما تعددت الدواليب الحائطية والمناور والشبابيك والمشربيات فى الأدوار العليا وذلك تحقيقا لرفاهية الساكن وتخفيفا من الأحمال على الحوائط الحاملة .

(٥) القيم الدينية وأثرها على تخطيط المدينة وتصميمها المعمارى والفنى :

وقد تأثر تخطيط التكوينات المعمارية تأثرا واضحا بالأحكام الفقهية الإسلامية وساير هذا التأثر أسس التخطيط العام فى توافق تام تظهره الدراسة التفصيلية لهذه التكوينات المعمارية.

وتعد هذه الأحكام الفقهية بمثابة القانون العام الذى ينظم البناء فى المدينة وانطلقت هذه الأحكام من مفاهيم أساسية إسلامية كحق الملكية الخاصة وحرية التصرف بها وتعرضها للتغير تبعا للمعاملات الإسلامية المختلفة كالقسمة للميراث والبيع والشراء والتبادل وما إلى ذلك ولهذه الحرية حدودها المنطلقة أساسا من حديث رسول الله صلى الله عليه وسلم (لا ضرر ولا ضرار) وفى إطار ذلك حددت مواقع التكوينات المادية للعمارة وتحددت الشروط العامة التى تحكم أشكالها فى إطار التوافق بين حق التصرف فى الملكية وعدم التسبب فى أذى الآخرين .

ونلمح ذلك واضحا فى اتجاه الأسواق نحو الشوارع العامة الواسعة النافذة حتى لا تسبب ضررا يكشف المنازل وفى تصنيف الأسواق بالمدينة ذلك التصنيف الذى روعى فيه إلا يتأذى أهل تجارة أو حرفة بما جاورهم من تجارة وحرف أخرى وأن تلبى حاجات العامة فى سهولة ويسر وألا يؤثر ذلك على حركة المرور بشوارع المدينة وطرقاتها كما يتضح أثر ذلك فى تحديد العلاقة بين مواضع السكن والمناطق الصناعية فسمح بأن تجاور المنشآت الصناعية التى لا تتسبب فى أذى المبانى السكنية أو أن تشغل بعض وحداتها ومنع ما تسبب فى حدوث الضرر وحدوث مسببات الضرر فى أنواع ثلاثة هى الدخان والرائحة الكريهة والصوت المزعج وكان لذلك أثره المباشر فى دفع نوعيات المنشآت الصناعية التى تسبب فى هذا الضرر إلى أطراف المدينة وتأثر موضعها باتجاه الريح

إلى حد كبير تأكيدا فى منع وصول الأذى والضرر إلى تكوينات المدينة ويمكن أن نرى أمثلة ذلك واضحة فى وجود أفران الجير والفخار عند الأطراف الخارجية للمدينة بعيدا عن تكويناتها المعمارية وقد كانت هذه الأفران موجودة فى الجهة الجنوبية من مدينة رشيد وهو ما يتوافق مع اتجاه الرياح التى تهب على هذه المدينة توافقا يمنع وصول الضرر بفعلها فأغلب الرياح الموجودة برشيد شمالية غربية .

ومما سبق تتضح المحاور والأسس والقوانين العامة التى تحكم تخطيط المدينة الإسلامية بطريقة تثبت أن تخطيط المدينة الإسلامية قام على أسس معينة نابعة من قيم الدين الإسلامى تفى بحاجات مجتمعة المادية والروحية ، الفردية والجماعية مستفيدة مما صلح من التراث المدنى الذى سبقها وانعكس تطبيق هذه الأسس والقواعد على صيانة وحدتها التركيبية الإسلامية التى تميزها عن غيرها من المدن كما كان لهذه الأسس والقوانين تأثير على العناصر المعمارية والفنية والتى اتبعت فى تصميم المنازل الإسلامية عامة ومنازل مدينة رشيد خاصة فقد انعكست العقيدة الإسلامية على نتاج فكر مصممى عمائر مدينة رشيد وعملوا على تحقيق تلك القيم الدينية فقد روعى عند تصميم المبنى الخاص بالسكن توفير درجة عالية من الخصوصية للاسرة مع توفير سبل الراحة والرفاهية والإضاءة اللازمة وخصوصية المسكن إما خارجية أو داخلية وتتمثل الخصوصية الخارجية فى حماية المسكن من أعين وسمع الغرباء بحيث يصبح المبنى ككتلة واحدة مستورة ومصانة سواء من خلال حوائط المسكن أو أسواره أو فتحات أبوابه ، نوافذ ومناور وأحواش ولذلك وجدنا المعمار قد استخدم فى الطابق الأول بمنازل رشيد الخشب الخرط الصهريجى والأنواع الأخرى التى تتميز باتساعها وذلك لوجود الأنشطة التجارية والسلاملك "الاستقبال " الخاص بالرجال فيها ، بينما استخدم فى الأدوار العليا الخشب الخرط الميمونى وتشكيلاته المختلفة وكذلك الرواشن

والمشربيات التى تتميز بأنها اكثر ضيقا وبذلك لا يستطيع الجار المواجه كشف من بهذه الطوابق وهى المخصصة للحريم وكانت طريقة الخرط Turing wood فى المشربيات تحقق أهداف المجتمع والذى كان يفرض الحجاب الشديد على النساء فهى تمكن النساء من رؤية من بالطريق وتحول دون أن يراهن من بالخارج وهى تعرف بالتركية باسم المشبك Muchabbek.

أما الخصوصية الداخلية فتتمثل فى ضمان درجة عالية من الخصوصية داخل المسكن حيث ينفصل الجزء المخصص للحياة الأسرية الخاصة وما يلحق به من خدمات عن الجزء الذى يرتاده الغرباء عن البيت من زوار الأسرة وما يلحق به من خدمات وهذا ما يمكن أن يطلق عليه منطقة الاستقبال بحيث لا يمكن النظر أو السمع فيما بين المنطقتين ، وقد تمثل ذلك فى تخصيص طوابق للمنزل من سلاملك وحرملك ووجود اكثر من مدخل للمنزل بالإضافة إلى وجود دولاب المناولة ووجوده فى الاستقبال لعدم اطلاع الغرباء على من تقدم الطعام والشراب كما أن وجود دواليب الأغانى وجمعها أغانيات والأغانى جمع أغنية من الغناء والطرب وهى فى العمارة المملوكية عبارة عن حجرات علوية ذات المشربيات الخشب الخرط تحجب الجالس خلفها وتكون متقابلة فى العادة وتطل على الدرقاعة أو الصحن أو الإيوان وقد وجد بدواليب الأغانى سلم صاعد ومكان يجلس فيه النساء للاستماع للموسيقى من خلف الخرط حتى لا يراهن أحد .

كما كانت توجد بالأدوار العليا سواتر لحجب النساء على أسطح المنازل .

وعن شروط البناء فقد روعى فيها حق الجار وتحقيق الخصوصية له ولذلك فإن من سبق فى البناء يحوز العديد من المزايا التى يجب على جاره الذى يأتى بعده أن يحترمها وأن يأخذها فى اعتباره عند بنائه مسكنه وبذلك يصيغ

المترل الأسبق المترل اللاحق من الناحية المعمارية فضلا عن الحقوق التي قررها الشرع الشريف في مجال التنظيم العمراني وكلاهما أدى إلى وجود بيئة عمرانية مستقره .

كما أن روح الخير التي حض عليها الدين الإسلامي تمثلت في إقامة الأسبلة العامة الملحقة بالعديد من المنازل والمساجد .

وبالنسبة لموقع دورات المياه والمراحيض في المنازل فقد روعي فيها عدم وجودها في الناحية القبلية (أى الموجود بها قبلة الصلاة).

كما تمثلت التأثيرات العقائدية على الفنون في الفترة العثمانية في مدينة رشيد في الاهتمام باستخدام الخط العربي والزخارف النباتية والهندسية ربما ارجع ذلك إلى ما شاع بين المسلمين في العصور الوسطى من تحريم الإسلام لتصوير الكائنات الحية مما دفع الفنان في العصر العثماني إلى الاهتمام بمفردات الطبيعة من أزهار ونباتات وأشجار مثل شجرة السرو والنخيل وزهرة اللالا وزهرة القرنفل وقد طبق الفنان بها فكرة اللانهائية .

(٦) الناحية الاجتماعية

وكان نظام الحكم العثماني في مصر يتكون من ثلاث سلطات هي سلطة الوالي العثماني وسلطة رؤساء الجند وهم قواد الجند و سلطة المماليك وهي سلطة الأمراء المماليك الذين قدموا طاعتهم للسلطان فعينهم حكاما للمديريات وكانت الحالة الاجتماعية في مصر في نهاية القرن الثامن عشر تتألف من طبقة العلماء و طبقة الملاك والتجار وهي تشمل الحضر من سكان المدن والإقليم دوي الثروات المتوسطة وفيهم عدد قليل من أغنياء الملاك والتجار وطبقة المزارعين و الفلاحين وكان الصناع و العمال ينتظمون في طوائف تشبه نقابات الصناع

الحالية لكل حرفة طائفة يرأسها شيخ يسمى شيخ الطائفة ، وإليه النظر فى شئونها ولهم نواب أو نقباء وكان لنظام الطوائف مزايا فى ترقية شئون الصناعة وكان لشيوخ الطوائف دور فى تبليغ أوامر الحكومة والضرائب إلى أعضاء طوائفهم وكانت كل طائفة تجتمع فى مكان خاص بها حيث أقيمت أسواق حرفية وحوانيت التجار وكانت تقاليد العمل وأسرار المهن ونظام التدريب والتدرج فى الحرفة مسائل كلها تخضع لإشراف نقباء الطوائف الصناعية وكانت معظم الحرف تتركز فى قطاع محدود فالأفراد الذين يمارسون مهناً ما يجتمعون فى حى واحد وفى تلك الحارات كان الناس ذوو الحرفة الواحدة يميلون إلى التجمع معاً ولذلك فكان برشيد قطاع عمالى حرفى كبير قائم على مجالات مختلفة تتفق مع طبيعة ظروفها الاقتصادية والتى تميزت بها .

(٧) الناحية الاقتصادية

اتسمت الفترة العثمانية بكثرة تغيير الولاة وعدم وجود سياسة واضحة للنهوض بالبلاد من خلال الصناعات المختلفة ونظراً لموقع رشيد الفريد وكونها حلقة وصل بين مصر والعالم الخارجى مما أدى إلى انتعاش التجارة الداخلية والخارجية مما أثر فى ازدهار المدينة وتطورها واتساع عمرانها لذا أنشئت بها العمائر التجارية المختلفة كالوكالات والأسواق والخانات.

(٨) الناحية الثقافية

وقد تأثر الوضع الثقافى العام بالوضع الاقتصادى لكون مصر ولاية عثمانية وكان التعليم يعتمد على العلوم الدينية والفقهية والأدبية والذى كان يقوم به الأزهر وكان علماؤه لهم نفوذ وتأثير كبير على جماهير الشعب فكان لهم احترام وتقدير فى نفوس المصريين وذلك لدورهم الاجتماعى والدينى القريب إلى

روح الشعب المصرى وعقائده مما كان له الأثر العظيم فى نفوس الأمة وقيادة أفكارها حتى اصبحوا موضع احترام وتبجيل لدى الكثيرين من الحكام وقد حظيت مدينة رشيد بوجود الكثير من العلماء والشيوخ بها وقد كان لهم الأثر الأكبر فى مجال العلم والمعرفة وفى مجال الفقه والدين الإسلامى وكان من ضمنهم الشيخ على المحلى الذى بنى مسجده برشيد .

(٩) الناحية الفنية

تأثرت الفنون فى تلك الفترة بعوامل عديدة منها السياسية و الاقتصادية والاجتماعية مما انعكس على المستوى الأدائى والمهارة الفنية ونظرا لعدم السهولة فى إجراء تغييرات كلية على الأساليب المعمارية والفنية التى كانت سائدة فى الفترة المملوكية إلا أن هناك بعض التغييرات فى الأساليب الفنية نتيجة لاحتكاك الفنانين المحليين مع غيرهم من سكان الولايات العثمانية الأخرى.

وقد شهدت الفترة العثمانية ظهور بعض الأساليب الصناعية والزخرفية الجديدة فى مجال صناعة الأخشاب بعضها يمت بصلة للأساليب المملوكية والبعض الأخر يعتبر وليد هذه الفترة كما احدث النجارون بعض التطوير فى الشكل العام للتحف الخشبية المزخرفة بالزخارف الهندسية خاصة الشكل الهندسى المعروف بالمعقلى وزخرفة المفروكة والأطباق النجمية ويمكن القول أن الأساليب الفنية التى وجدت فى مبانى رشيد من النواحى المعمارية والزخرفية قد اتسمت بالطابع المحلى مع التأثر بالأساليب المعمارية والفنية التى كانت موجودة بمدينة القاهرة وقد يدل ذلك على استعانة الملاك والتجار بمدينة رشيد بالفنانين والمعماريين الموجودين بالقاهرة ولكن مع تأثير البيئة المحلية عليهم وهذا وضح فى الزخارف الخشبية الموجودة بالأسقف بالإضافة إلى الزخارف الهندسية والنباتية والخط العربى .

(١٠) التأثيرات البيئية

١ – على التخطيط المعمارى للمدينة :

البيئة هى الظروف المختلفة التى تؤثر فى النمو و الحياة وتشمل البيئة الطبيعية وهى كل ما يقع على السطح الجغرافى ويكون المنظر الطبيعى من بحيرات وأنهار وصحراوات وما عليه من نبات وحيوان وإنسان كما تشمل الجو المحيط بالأرض من حيث المناخ البارد أو الحار و الرطب أو الجاف.

وتخطيط المدينة الإسلامية وإنشائها كان مرتبطاً بالبيئة المحيطة ومدى تأثيرها فى عملية الإنشاء اولاً فقد تنشأ المدينة أولاً على هيئة معسكرات حربية أو لموقعها الحربى واعتبارها من خطوط الدفاع الأولى وقد أشار ابن خلدون إن ما يجب مراعاته فى أوضاع المدن أصلان مهمان دفع المضار وجلب المنافع وتوفر الماء شرط أساسى فى اختيار مواقع المدن وكذلك الطرق التجارية الهامة التى تمكنها من توفير احتياجاتها وتصدير إنتاجها وتوسطها بالقرب من أطراف التبادل الأخرى فينعكس ذلك على اقتصادها رخاء وثراء ،كما حددت أهمية الطرق البحرية مواقع كثير من المدن الإسلامية فبعد أن أصبح للمسلمين قوه بحرية يعتمد عليها فى حماية مدن السواحل اتجه المسلمون إلى اختيار المواقع الملائمة لإقامة مدنهم على السواحل ، وقد حدد ابن الربيع شرطا آخر لاختيار مواقع المدن هو اعتدال المكان وجودة الهواء وفى هذا الشرط ما يؤكد على أهمية المناخ والاعتبارات الصحية فى اختيار المسلمين لمواقع مدنهم ولما كانت المدينة مظهرا من مظاهر التفاعل بين الإنسان وبيئته الطبيعية ولما كان المناخ عنصرا من عناصر هذه البيئة فإن إدراك المسلمين أهميته فى اختيار المواقع يعكس مستوى حضاريا متقدما وقد عد جودة الهواء من الميزات التى أشاد بها الجغرافيون المسلمون فى حديثهم عن الصفات الحسنة للمدن .

وتحكم فى اختيار مواقع المدينة ما تتمتع به من تحصين يعين على دفع الأخطار التى تحدث عند هجوم الأعداء عليها ، ومن هنا كان اتخاذ السور حول المدينة أمرا هاما ، وتبلورت الدلالة الحضارية للسور الذى يعنى أمن وأمان سكانها وتأمين المدينة يكفله بناء الأسوار والأبراج والقلاع التى يزيد من كفاءتها وسهولة إنشائها والاقتصاد فيها ما يتوفر للموقع من ميزات تحصينية طبيعية كأن تكون على نهر وإحاطة الماء بها.

وقد تأثر تخطيط المدينة الإسلامية بإنشاء الأسوار تأثيرا مباشرا وخصوصا فيما يتعلق بمساحتها وخلو كثير منها من المساحات الفضاء كالميادين المتسعة والحدائق الواسعة كما أن لسور المدينة وأبوابه ارتباطا بشوارعها وضرورة بعد منازلها عنه لتوفير الفيصل اللازم للدفاع ولذلك أثرة أيضا فى الارتفاع الرأسى لمساكنها وضيق شوارعها وامتداد المطلات عليها وهذا ما نراه فى مدينة رشيد حيث تبعد المنازل الأثرية عن بوابة أبو الريش التى أنشئت فى عهد السلطان قنصوة الغورى .

والعوامل البيئية والطبيعية لا تحكم اختيار مواقع المدينة فقط بل تؤثر أيضا على العمارة والفنون فيها والتأثير البيئى على عمائر مدينة رشيد لا يقتصر على مواد خامات البناء التى استخدمت فى تشييدها بل يتعدى إلى التأثير على التخطيط المعمارى والإنشائى لها بالإضافة إلى أنواع الفتحات والأسقف بها ومدى توافقها مع مفردات البيئة المحيطة وتشمل درجة الحرارة والرطوبة والرياح والإشعاع الشمسى وهو ما سيتم توضيحه كالآتى:

أ) المواد الخام المستخدمة فى تشييد العمائر

وقد اعتمدت عمائر مدينة رشيد على مواد خامات البناء المتوفرة فى بيئتها حيث لوحظ أنها مشيدة من الطوب الآجر والذى كان يتم تصنيعه من

الطمى النيلى الذى يترسب سنويا من الغرين بالإضافة إلى الرمال النيلية التى تترسب عندما يكون الفيضان فى ذروته بالإضافة إلى المواد العضوية مثل روث البهائم أو القش الناعم أو قش الأرز (السرس) أو رماد حرق سعف النخيل ثم يتم بعد ذلك حرق القوالب بعد عملية التجفيف فى قمائن أو أفران .

لذلك وجد أن الطوب الآجر هى خامة البناء الرئيسية المستخدمة لتشييد عمائر المدينة وقل استخدام الأحجار الجيرية كمادة للبناء بعكس منازل القاهرة المقامة فى تلك الفترة والتى اعتمدت فى بنائها على الأحجار الجيرية المتوفرة فى محاجر الحجر الجيرى القريبة من القاهرة وربما يكون سبب قلة استخدامه يعود لبعد مصادره وصعوبة جلبه إلى مدينة رشيد مع وجود المادة الخام للازمة لصناعة الطوب المحروق وتوفرها فى مدينة رشيد كما أنها قد ساعدت على الاتساع الرأسى وتعدد طوابق المنازل وذلك لقلة الضغط الحاصل منها على الحوائط الحاملة للمنزل وهو ما قد لا توفره عمليات البناء باستخدام الأحجار الجيرية كما أن الطوب الآجر اكثر مقاومة للتغيرات البيئية والظروف البيئية الساحلية لمدينة رشيد وقد استخدمت مونة الجير لربط مداميك الطوب الآجر وهى المكونة من الجير والرمل ربما أضيفت بعض الحمرة فى الأدوار العليا من البناء أما الأدوار الأرضية والأساسات فكان يستخدم لربط مداميك الطوب مونة الجير المضاف عليها القصرمل وهو الرماد الناشئ من حرق المواد العضوية – غالبا ما كان سعف النخيل – فى المستوقدات العمومية ويستعمل القصرمل فى المونة المستخدمة فى المبانى الموجودة فى المحال الرطبة وهو ملائم جدا لظروف البيئة الرطبة الساحلية لمدينة رشيد بالإضافة إلى استيعابها كميات كبيرة من الأملاح الموجودة بالتربة .

كما استخدمت الأخشاب بكثرة فى عمائر مدينة رشيد سواء كعناصر معمارية مثل الميد الخشبية بالجدران أو كوابيل تحمل الموردات أو فى الأسقف

والرواشن والشبابيك والمناور والأبواب والدواليب الحائطية ودواليب الأغانى والدكك الخشبية والأرضيات والسلالم وذلك لما تمتاز به الأخشاب من خواص فنية وسهولة فى التشغيل والتشكيل وتوفر أنواعها المحلية الموجودة فى مصر مثل خشب السنط والجميز والنخيل وغيرها بالإضافة إلى أنواع أخرى مستوردة كانت تجلب من سوريا وجنوب أوروبا ولبنان حيث كانت رشيد مركزاً لتجارة الأخشاب فى العصر العثمانى وكان ترد إليها السفن حيث تفرغ فى رشيد ثم تنقل بعد ذلك إلى مخازن الأخشاب ببولاق.

وقد استخدمت الأخشاب إلى جانب خامة الطوب وذلك بغرض توزيع الأحمال على الحائط توزيعا منتظما ومتساويا مع الاستفادة من صلابة الخشب ودوام بقائه فى تأدية وظيفته .

كما وجدت سمات مشتركة فى الأعمال الخشبية الثابتة بأثاث منازل رشيد وأثاث السفن البحرية فى ذلك الوقت مما يؤكد أن الصانع لأثاث المنازل هو نفس الصانع والقائم على تأثيث السفن البحرية أو متأثرا بأسلوبها وقد ظهر ذلك جليا فى طريقة تصنيع الدكك الخشبية المثبتة فى بعض الحوائط وهى تبدو فى شكلها ووضعها مثل الأثاث الثابت داخل السفن والذى يثبت نتيجة الحركة والاهتزازات الدائمة للسفن مما يتطلب نوعية من الأثاث المثبت والملصق بهيكل السفن مثل المقاعد والمناضد والأرائك وغيرها ، وللدلالة على ذلك دولاب الأغانى بالحجرة الجنوبية الغربية بالطابق الأول بمنزل الأمصيلى والمقام على أعمدة رفيعة الأرجل وهو يشبه إلى حد كبير فى شكله العام استراحة " ذهبية " قبطان السفن ،كما استعملت البلاطات الخزفية فى زخرفة العمائر وتكسية الجدران والمآذن وفى الأرضيات وعلى الواجهات فى بعض المبانى وتمتاز البلاطات الخزفية المستخدمة فى عمائر رشيد فى العصر العثمانى بالتنوع من حيث أساليبها الصناعية

ومصادرها وقيمتها الفنية وقد قام أبو طالب ١٩٩٥م بتحديد مصادرها حيث أرجعها إلى ثلاثة مصادر وهى :

- النوع التركى :

المصنوع فى آسيا الصغرى بمدينتى ارنيك وكوتاهية فى القرن ١٨ والنصف الأول من القرن ١٩ م .

- النوع التونسى :

المصنوع فى تونس بمعامل القلالين ومن أمثلته ما وجد بمنازل محارم وعلوان.

- النوع الاوربى :

والمصنوع فى إيطاليا وأسبانيا وهولندا وهو ينتمى إلى أصول أندلسية وخصوصا المنتجة فى أسبانيا وإيطاليا وهو ما وجد فى منزل محارم .

ومن دراسة مقارنة بين عمائر الجزائر وتونس وعمائر رشيد فى نفس الفترة وجد أن البلاطات الخزفية التى غطت جدران عمائر رشيد تنتمى لنفس المصادر التى جلبت منها البلاطات الخزفية التى غطيت جدران عمائر الجزائر ، وقد نتج وجود هذه البلاطات الخزفية المستخدمة فى تغطية بعض عمائر مدينة رشيد والمختلفة المصادر إلى موقع رشيد التجارى الهام واعتبارها مركزا للتجارة الدولية.

ب) تأثير الإشعاع الشمسى على النمط المعمارى لمبانى رشيد:

يعتبر الإشعاع الشمسى هو مصدر الطاقة بالكرة الأرضية وهو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية طولها الموجى يتراوح بين ٢،-٤، ميكرون وهو يتكون من الأشعة فوق البنفسجية Ultra violet rays والأشعة الضوئية أو

المرئية Light rays والاشعة تحت الحمراء Infra red rays ويستقبل سطح الكرة الأرضية حوالى ٥٠% من كمية الاشعة الكلية والباقى يمتص ويتشتت بواسطة طبقات الغلاف الجوى وتتحدد درجات الحرارة بكمية الطاقة الحرارية الساقطة حيث يمتص سطح الأرض جزء من الإشعاع الشمسى ثم يتحول إلى طاقة حرارية حيث يتم انتقال هذه الحرارة من سطح الأرض إلى الهواء الملامس له عن طريق التوصيل Conduction ومن ثم تنشأ تيارات هوائية تنقل الحرارة إلى طبقات الجو العليا عن طريق الحمل Convection ويحدث عكس ذلك أثناء الليل حيث يكون سطح الأرض عادة أبرد من درجة حرارة الهواء .

ويتأثر الإشعاع الشمسى بوجود التيارات الهوائية والسحب ومرور الانخفاضات والمرتفعات الجوية على البحر حيث تكتسب رطوبة عالية وتكون هواء رطب يتسبب فى تكوين السحب التى تتكاثر على الساحل بفعل دورة نسيم البر وتظل هذه السحب مغطية للسماء طوال الليل والنهار على مدار اليوم وتقلل من تواجد أشعة الشمس المباشرة على الأرض والمناخ خصوصا فى فصل الصيف لكن كلما اتجهنا إلى الجنوب بعيدا عن الشاطئ والشريط الساحلى يظهر تأثير شدة الإشعاع الشمسى من خلال المناخ الحار الجاف خصوصا فى فصل الصيف لعدم تأثير الرطوبة والسحب فى المناخ وتتغير درجة حرارة الهواء إلى حديها الأقصى والأدنى كنتيجة طبيعية لتغير كثافة وشدة الإشعاع الشمسى المباشر الذى يبلغ أقصاه ظهراً وادناه عند الشروق والغروب بينما تبلغ شدة الإشعاع الشمسى غير المباشر (المنبعث من الأرض) أقصاه الساعة الثانية عشر ظهرا وأدناه فى الصباح قبل شروق الشمس ولذلك فقد استخدمت مواد بناء ذات معامل تخزين حرارى كبير مما ساعد على تخزين الحرارة المتسربة خلال ساعات النهار الحارة

وفقدانها خلال ساعات الليل الباردة حيث تنتقل الحرارة عبر سمك الحائط لتبلغ السطح الداخلى لتصل درجة حرارته إلى أقصاها بعد السطح الخارجى بفترة تسمى التخلف الزمنى حيث يبدأ السطح الداخلى فى فقدان حرارته بالإشعاع بعد غروب الشمس لتسخين المحيط الداخلى ، ويتناسب التخلف الزمنى مع المقاومة الحرارية للمادة ومع سمك الحائط تناسبا طرديا لذلك فان مقاومة خصائص المواد بمعرفة التخلف الزمنى لكل منها يساعد على اختيار مواد البناء المناسبة ولذلك استخدم الخشب بكثرة فى عمائر مدينة رشيد لأن التخلف الزمنى له كبير جدا عند مقارنته مع الحجر الجيرى والطوب الأحمر .

كما أن النوافذ الخشبية والمشربيات المنفذة من مادة الخشب الصغيرة المختلفة الأحجام والموضوعة على مساحات معينة تحجب الضوء الواقع عليها بمقدار حجمها إذ انه كلما كان الضوء عموديا على الجسم كان ظله قليلا وكلما كان الضوء مائلا كان الظل مائلا لذا استخدم قطع الخشب بشكل دائرى مائل " خشب الخرط " وذلك حتى يحقق ظلاً أكبر لحجب أشعة الشمس الساقطة على حجرات المسكن صيفاً .

كما ظهر تصميم الملقف وهو الطريقة الأولى لتكييف هواء الغرف الداخلية فيدخل الهواء من فتحات التهوية ويستقبل نسيم الهواء العليل من الجهة البحرية بعد غروب الشمس بعدة ساعات أثناء فصل الصيف كما عمد المهندس المعمارى إلى زيادة سمك الحوائط الخارجية مساعدة فى عدم تسرب الحرارة والبرودة إلى الداخل.

وتفردت منازل رشيد وعمارتها بطابع خاص ومختلف عن منازل القاهرة فقد كانت منازل القاهرة بها غرف حول فناء مكشوف تتوسطه نافورة للمياه وذلك للسماح للهواء من تخلل أجزاء المنزل المختلفة وتلطيف درجة

حرارته صيفا ولتسرب أشعة الشمس شتاء لتدفئة هواء الغرف الداخلية وفى مدينة رشيد لجأ المعمارى إلى حلول أخرى للوصول إلى نفس النتيجة مستغلا ما أتيح له من مساحات ضيقة للمنازل حصرت بين أسوار حمايتها الخارجية على عكس منازل القاهرة المتوفر بها مساحات كثيرة لذا وجدناه قد جعل اتجاه ناحية الشارع مطلا عليه بأكبر قدر ممكن من الفتحات ممثلة فى المشربيات والرواشن والمناور مفضلا أن تكون الفتحات الرئيسية متجهة نحو الشمال أو الغرب وجاعلا نوافذ الواجهة القبلية ضيقة للحد من دخول أشعة الشمس بشكل مباشر وعلى عكس فإن نوافذ الواجهة البحرية التى تجلب الهواء البارد اكبر ومتسعة .

وقد قام Hoffoman بإجراء دراسات على مساحة النافذة حيث لاحظ انه كلما زادت مساحة النافذة ارتفعت درجة الحرارة الداخلية وهذا يعنى أن زيادة مساحتها تزداد شده الإشعاع كما اتضح له أيضا أن زيادة سمك الحائط تزداد المساحة المظللة للنافذة مما يؤدى إلى انخفاض درجة الحرارة الداخلية وتزداد كفاءة النوافذ ذات النسب المربعة بزيادة نسبة سمك الحائط /طول النافذة فى الواجهات الجنوبية وهو ما نراه متحققا فى نوافذ عمائر مدينة رشيد حيث وجد كثرة واتساع الفتحات فى الناحية البحرية وذلك لترطيب الجو الداخلى للغرف صيفا وزيادة درجة الحرارة الداخلية والإشعاع شتاءً وبخاصة عند غلق الزجاج المركب على شبابيك حرارة وهو ما يجعل غرف منازل رشيد فى فصل الشتاء مثل الصوبة الزجاجية حيث تسمح بنفاذ الشعاع الشمسى وتحتفظ به من خلال عملية العزل الحرارى والذى يساعد عليه استخدام مواد بناء إنشائية عازلة للحرارة مثل الأخشاب بما يتلاءم مع الظروف المناخية المحيطة كما أن الوصول إلى افضل سلوك حرارى للحجرات عن طريق تهويتها خلال فترات الصباح الباكر وبعد غروب الشمس وقد تأثرت نوافذ منازل رشيد بالبيئة حيث أن

كثرتها وأشغالها مسطحا معماريا كبير بالإضافة إلى الفراغات الناتجة عن أعمال الخرط المتنوعة الأشكال تساعد على تحقيق التهوية المرجوة والمساعدة على مرور نسبة من أشعة الشمس داخل الغرف .

ونظرا لتعرض الواجهة الشمالية لمنازل رشيد للشمس فترة قليلة خلال ساعات النهار المبكرة والمتأخرة من أيام الصيف مما جعل معظمها له واجهة شمالية وذلك العدد الكبير من منازل رشيد ذو التوجيه الشمالى يؤكد دراية المصمم المعمارى بالعديد من علوم البيئة والأرصاد الجوية وعلوم الديناميكا الهوائية والحرارية وتكنولوجيا البناء .

كما أن الواجهات الجنوبية وحيث أن الشمس تكون عالية جدا فوق الأفق فى فصل الصيف مما يؤدى إلى جلب الدفء إلى الداخل ولذلك قلت الواجهات الجنوبية وذلك لأن اتجاه هبوب الرياح فى نصف الكرة الأرضية الشمالى والواقعة فيه مدينة رشيد يكون شمالياً .

ولتدفق الهواء على الحجرات المواجهة للجنوب أمكن عن طريق التصميم المعمارى بعمل أفنية بتلك المنازل يقع بالجهة الشمالية مع إيجاد مبتكرات مثل الأواوين التى يقع خلفها شبابيك مزدوجة مطلة على الأفنية المكشوفة الشمالية الموقع وذلك كما فى منزل التوقاتلى وعن مشكلة عدم التعرض المباشر لرياح الشمال بمنازل رشيد ذات الواجهات الشرقية مثل القناديلى وثابت ومكى فقد تمكن المصمم المعمارى من التغلب على تلك المشكلة فى منزل القناديلى ومكى بوضع فنائى المنزلين المكشوفين ناحية الشمال مما ساعد على جلب هواء الشمال إلى داخل المنزلين من خلال شباك درقاعة الطابق الأول بمنزل مكى وبشباك مزدوج معقود بمنزل القناديلى.

وقد وجد بمنازل رشيد عنصر الإيوان وهو المقابل لعنصر التختبوش

بمنازل القاهرة المقامة فى نفس الفترة ويقع الإيوان بين الفناء الداخلى للمنزل والمعرض لأشعة الشمس بكثرة وبين الدرقاعة ذات الهواء المعتدل البرودة فإن الهواء الساخن يرتفع إلى اعلى مما يدفع الهواء المعتدل البرودة إلى التحرك من الدرقاعة إلى الفناء عن طريق الشبابيك المعقودة التى تقع خلف الإيوان والنظرية العلمية التى استخدمها المصمم المعمارى فى تصميم الإيوان هى وقوع الإيوان عادة بين مساحتين إحداهما اكثر تعرضا لأشعة الشمس ويفضل أن تكون اكبر من المساحة الثانية أما المساحة الثانية فهى عادة مسقوفة ويكون هوائها معتدل البرودة ونتيجة لتصاعد الهواء الساخن لأعلى يتحرك الهواء المعتدل البرودة للحلول مكانه وذلك من خلال الشباك المعقود الواقع خلف الإيوان وتتكرر تلك العملية باستمرار تبعا لحرارة أشعة الشمس فكلما ازدادت تلك الأشعة ازداد ارتفاع الهواء الساخن بالتتابع يزداد حلول الهواء البارد مكانه وعلى اثر ذلك يتوفر للجالسين فوق الإيوان المناخ ذو نسيم معتدل البرودة وذلك نتيجة مروره الدائم من خلال الشباك المعقود كما يتوفر ذلك الجو المعتدل لكل الحجرات المطلة على الدرقاعة الواقع بها الإيوان أيضا وبذلك تحققت قيمة وظيفية تؤكد الأهمية المعمارية لتلك المنازل ذات الطراز المحلى المتميز ولتؤكد براعة المصمم المعمارى مع المنفذ لعنصر الإيوان ودرايتهم بعلوم البيئة ومنها المناخ المحلى لتوفير الراحة لقاطنى تلك المنازل ومنها منزل رمضان والتوقاتلى والمناديلى وعلوان والامصيلى وعرب كلى ومكى .

وجدير بالذكر أن أفنية منازل رشيد اختلفت عن أفنية منازل القاهرة المقامة فى نفس الفترة وذلك نظرا للمساحات الضيقة التى خصصت لإقامة منازل رشيد نتيجة لذلك قام مصمموا منازل رشيد بمحاولة تحقيق فكرة الأفنية المكشوفة والتى تطل عليها جميع حجرات الطابق العلوى وذلك عن طريق

الفتحات المتعددة الأشكال بسقف الدرقاعات حتى تقوم الدرقاعة - سيفة الفناء المكشوف الذى تفتح عليه الحجرات وبذلك أضاف المصمم المعماري فناء آخر يساعد الفناء الداخلى بالمنزل ويزيد من أهمية استغلال القيم الوضعية الناتجة من وجود الأفنية الداخلية بمنازل رشيد وقد وجدت فتحات الأسقف بدرقاعات الطوابق العليا وقد تعددت أشكالها ما بين الشكل المستطيل مثل فتحات أسقف ودرقاعات منزلى الماذونى وثابت وفتحات مربعة كما بمنازل الجزرى والمناديلى والتوقاتلى ومحارم وفتحات مثمنة الشكل بمنازل المناديلى وعلوان وعربكلى وعلوان وعصفور وفرحات وأبوهم والامصيلى وقد أحيطت تلك الفتحات بحواجز خشبية متعددة الأشكال وقد اعتمدت الأفنية على الحقائق العلمية الآتية : عند حلول المساء يبدأ هواء الفناء الدافئ الذى تسخنه الشمس مباشرة والأشعة بشكل غير مباشر بالتصاعد ويستبدل تدريجيا بهواء الليل المعتدل البرودة الآتى من الأعالى ويتجمع الهواء المعتدل البرودة فى الفناء فى طبقات ثم ينساب إلى الحجرات المحيطة فيبردها وفى الصباح يبدأ كل من الهواء الذى تظلله جدران الفناء الأربعة وهواء الحجرات المحيطة يسخنان تدرجيا ببطء ولكن برودتهما تظل معتدلة حتى وقت متأخر من النهار حين تسطع الشمس مباشرة فى داخل الفناء ولا تدخل الرياح الدافئة التى تهب فوق البيت خلال النهار إلى الفناء إلا إذا وضعت عوارض لتغير مسارها ويقتصر تأثيرها على إحداث تيارات معاكسة فى داخل الفناء وبهذه الطريقة يعمل الفناء كخزان للبرودة.

وقد نفذت نوافذ منازلْ رشيد باستخدام أنواع عديدة من الخرط سواء الصهريجى أو الميمونى المربع المائل أو السداسى والصليبى ونصف الصليبى والمعقلى القائم والمائل والكنائسى وغيرها محققا بذلك ناحية جمالية وفى نفس الوقت عاملا على ضبط مرور الضوء النهارى الناتج عن ضوء الشمس المباشر أو الوهج

المنعكس الأقل كثافة حيث يفضل عادة حجب ضوء الشمس المباشر القادم من خلال الفتحات لانه يسخن السطوح داخل الغرف أما الوهج المنعكس الأقل فلا يسخن السطوح داخل الغرف لكن يسبب إزعاجا للبصر ولعلاج ذلك اختـــار المصمم المسافات الفاصلة وحجم القضبان فى المشربية التى تغطى فتحة فى وجهة جنوبية بحيث تقوم باعتراض الإشعاع الشمس المباشر وقد تطلب هذا الأمر شبكا ذا مسافات فاصلة صغيرة ويقلل تدرج شدة الضوء عند سقوطه على القضـــبان الدائرية المقطع من حده التباين بين مواد القضبان غير المنفذة للضوء وســطوع الوهج من بينها وكان من نتاج ذلك انه منع عنصر الإبهار عن عين الناظر كمــا ينتج عن الشكل المميز للمشبك " المشربية " ذى الخطوط المتقطعة بفعل بروزات القضبان صورة مظللة تنقل العين من قضيب لآخر عبر المسافات الفاصلة أفقيــا وعموديا مما يبطل التأثير اللاذع كما يعمل على مطابقة الإطلالـــة الخارجيـــة بانسجام بحيث تصبح المشربية شبيهة بقطعة من زجاج داكن محاك بــالخيوط ، وقد وجد أن قضبان المشربية التى تقع فى مستوى نظر الإنسان قريبة من بعضها البعض بحيث تعترض ضوء الشمس المباشر وتخفف من انبهار العين نتيجة التباين بين العناصر المختلفة المكونة للمشربية كما وجدت المناور العلوية التى تقع دائما فوق المشربيات أن الفراغات بمشبكها اكبر و أوسع من الفراغات الموجودة بين خرط المشربيات وذلك تعويضا عن تناقص كمية الهواء بالجزء الســفلى مــن المشربيات ويسمح هذا الترتيب للضوء المنعكس من المناور العلوية بإضاءة الجزء العلوى من الحجرة كما وجدت مظلة تعلو شبابيك الحجرة الشـــمالية الغربيـــة بالطابق الثالث وقد قامت تلك المظلة بمنع ضوء الشمس المباشر من الدخول هذا بالإضافة إلى وجود مظلات خشبية مماثلة فوق الرواشن بمنزلى رمضان والتوقاتلى وقد كان ضوء الشمس لا يسبب أى مشكلة بالنسبة لفتحات واجهات الشمال

لأنه عند وقت الظهيرة وتعامد الشمس تكون الشمس فوق المترل مباشرة كما بشبابيك الواجهة الشمالية بمنازل رمضان ومحارم والجمل والأمصيلى .

وفى دراسة عرضت عام ١٩٨٤م أجريت على تأثير التظليل الخارجى على منع سقوط الأشعة الشمسية فقد ثبت انه يساعد على ثبات درجة حرارة الهواء الداخلى للغرفة بدون تهوية كما أن استخدام المواد العالية التوصيل الحرارى تودى أيضاً إلى نفس النتيجة وان استخدام الألواح الخشبية فى الأسقف مع التهوية الطبيعة افضل من الألواح الخشبية بدون تهوية علاوة على ذلك فإن مشربية النافذة هى جهاز تكييف فى وحدة الإقامة لأنها تكسر من حدة الحرارة وتحجب أشعة الشمس وتسمح فى نفس الوقت بدخول الهواء من خلال فتحاتها التى تشبه نسيج الدانتيلا إلى حد كبير فتلطف الجو بعد توزيع الضوء والظل بالقدر المطلوب بل والمحسوب تماما لتحقيق الراحة الحرارية فى الداخل إلى جانب تحقيق الخصوصية البصرية والسمعية وتهوية طبيعية ملائمة فى الداخل مع اختلاف سرعة واتجاهات الرياح على مدار السنة.

جـ- تأثير الرطوبة على النمط المعمارى

الرطوبة هى كمية بخار الماء الموجودة بالجو والناتجة عن تبخر المسطحات المائية والأراضى الرطبة ونتح النبات وتختلف قابلية الهواء لتعليق حبيبات الماء به كبخار باختلاف درجة الحرارة فتقل قدرة الهواء على حمل بخار الماء كلما انخفضت درجة الحرارة وتزداد قدرة الهواء على احتواء بخار الماء طرديا مع زيادة درجة الحرارة .

والنسبة المئوية لكمية الرطوبة الموجودة فى الهواء إلى كمية الرطوبة التى يمكن أن يستوعبها الهواء عند التشبع تسمى الرطوبة النسبية وتقل هذه النسبة فى

فصل الشتاء والخريف وتصل إلى أقصاها فى فصل الصيف ، ويعتبر الهواء جافا إذا كانت رطوبته النسبية اقل من ٥٠ ٪ ومتوسط الرطوبة إذا كانت بين ٦٠-٧٠٪ ورطباً شديد الرطوبة إذا زادت عن ٧٠ ٪ أدناها فى فصل مارس ٦٥ ٪ ونظـــرا لذلك فقد تعددت الفتحات (الشبابيك) فى غرف المسكن وذلـــك لتحقيـــق معدلات تهوية عالية وسرعة سريان الهواء فى المسكن للتخفيف من حدة الرطوبة العالية وذلك عن طريق عمل ملاقف للهواء لبعض غـــرف المعيشـــة والطعـــام واستخدام مواد بناء محلية من الخشب والجير والجبس فى الحوائط والأسقف حيث تعمل الحوائط على العزل الحرارى للمبانى كما أن النوافذ الخشبية والمشـــربيات الخشبية تساعد على الإقلال من الرطوبة العالية للهواء حيث يفقد الهواء المار من خلال المشربية الخشبية بعضاً من رطوبته وذلك بامتصاص القضبان الخشبية لها إذا كانت معتدلة البرودة كما تكون فى الليل عادة وعندما تسخن المشربية بفعـــل ضوء الشمس المباشر فإنها تفقد هذه الرطوبة للهواء المتدفق من خلالهـــا وقـــد استخدمت تلك التقنية بمشربيات منازل رشيد وذلك لزيادة رطوبة الهواء الجاف أثناء الحر فى النهار وتبريد الهواء وترطيبه فى اكثر الأوقـــات احتياجـــاً لـــذلك ولقضبان المشربية والمسافات الفاصلة بينها حجوم مطلقة ونسبية مثلى تعتمد على مساحة السطوح المعرضة للهواء ومعدل مرور الهواء خلالها لذلك فـــإن زيـــادة مساحة السطح عن طريق زيادة حجم القضيب تؤدى إلى زيادة التبريد والترطيب إضافة إلى ذلك فإن قضيبا كبيرا له فى الوقت ذاته مساحة سطحية اكبر يزيد من قدرته على امتصاص بخار الماء بالإضافة إلى التبريد الناجم عن تبخر الماء فـــوق سطحه ، كذلك سعة امتصاصه للماء اكبر مما يمكن من الاستخدام بعملية إطلاق الماء عن طريق التبخر لفترة زمنية أطول وبدراسة واعية للظواهر الطبيعية ونظرية الضغط الجوى نجد انه جعل فتحات الخشب فى مكونات المشربية للجزء السفلى

أضيق من العلوى لأن الهواء البارد الشديد الضغط لا يحتاج فى اندفاعه من خارج فتحات المشربية إلى داخل الغرف إلى فتحات متسعة بينما يحتاج ذلك عندما يسخن الهواء ويخف وزنه فيرتفع إلى اعلى ويقل ضغطه ولذلك صممت الفتحات العلوية من المشربية متسعة حتى تساعد على خروج الهواء الساخن والتخلص منه هذا بالإضافة إلى أن ضيق الفتحات السفلية فى مشربية النافذة يقلل إلى حد ما من كمية الهواء البارد الداخل إلى الحجرات شتاءا وهو ما كان يتحايل عليه بسد الأجزاء السفلية من المشربية شتاءا بألواح خشبية خاصة فى غرف النوم.

د – تأثير الرياح على النمط المعمارى لمبانى رشيد

تنتج حركة الرياح من الفرق بين الضغط الجوى العالى والمنخفض ويكون مسارها من منطقة الضغط العالى إلى منطقة الضغط المنخفض ويؤثر عليه أيضاً توزيع اليابس والماء واختلاف تسخين اليابس والماء مما يودى إلى تمدد الهواء على اليابس وتقل كثافته عن الهواء البارد والذى يعلو سطح الماء مسببا فروق فى توزيع الضغط الجوى الذى يتناسب طردياً مع الكثافة وتحت تأثير فروق الضغط يندفع الهواء ويتحرك فى صورة رياح مكونا ما يسمى بنسيم البر **Land Breezes** أما أثناء فترة الليل فيحدث عكس ذلك حيث يكون هواء سطح البحر اكثر سخونة من هواء اليابس فيصعد إلى اعلى ويحل محله هواء اليابس البارد محدثا نسيما على سطح البحر **Sea Breezes** والمسافة التى يخترقها نسيم البحر داخل اليابس تقدر بحوالى ٥٠كم فى ٢١ ساعة و بسرعة تتروح بين ٤ – ٧ م /ث على عكس نسيم البر الذى يبلغ سرعته حوالى ٢م/ث وتعتمد سرعة الرياح على خشونة الأرض أو انبساطها وهى فى المناطق الساحلية لا توجد لها عوائق .

ويتبع الانخفاضات الشتوية حدوث الرياح العاصفة أو الأنواء وسقوط المطر على الجهات الساحلية كما قد تحدث عواصف الرعد مع قدوم موجات

شديدة من البرد وكان لوقوع بحيرة ادكو فى الجزء الغربى من مدينة رشيد أثره فى تخفيف حدة الانخفاضات الجوية على الجزء الشرقى وتقلل أيضاً من اثر الرياح الجنوبية الغربية والغربية الآتية من الصحراء وتسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية حيث تبلغ نسبتها ٤٦ ٪ من الرياح التى تهب طوال السنة تقريباً ولذلك وجد ان اغلب واجهات منازل رشيد شمالية وشمالية غربية ، ولما كانت المبانى تؤثر على حركة الهواء وتوزيعات مناطق الضغط السالب والموجب حول المبانى حيث يؤدى وضع مبنى فى منطقة الضغط السالب الناتجة عن مبنى آخر إلى قلة احتكاك الهواء بأسطحه وبالتالى تهوية ضعيفة مما كان له ابلغ الأثر فى تنظيم التخطيط المعمارى للمدينة بحيث أصبحت الشوارع الرئيسية تتجه من الجنوب إلى الشمال وذلك لاستقبال الرياح الشمالية ومتقاطع معه شوارع فرعية تتجه من الشرق إلى الغرب وذلك لاستقبال الرياح الشمالية والغربية ،كما حدث انسجام فى ارتفاعات مبانى رشيد وذلك حتى لا تقع مبانى فى منطقة الضغط السالب لبعض المبانى المرتفعة مما يقلل من حركة الهواء إلى داخله كما كان لتوزيع الفراغات داخل المسكن عظيم الأثر فى تشكيل حركة الهواء من داخل وخارج المبنى وكذلك استخدمت الحلول المعمارية وذلك لاستقبال الرياح الغربية مثل القواصف بالإضافة إلى كثرة الفتحات والمشربيات فى الواجهات الشمالية وفى حالة المنازل التى لها واجهة جنوبية مما أدى إلى وجود رواشن فى الجهة الغربية والشرقية حيث سمحت هذه الرواشن بتدفق الهواء وبمساعدة تيارات الهواء الشمالى الآتى من الفناء الخلفى للمنزل عن طريق الشبابيك المزدوجة ذات الخرط الصهريجى ذو المسافات الواسعة بالإضافة إلى الحجم الكبير لتلك الرواشن إلى استقبال هواء الشمال وتعويض المنزل من اطلاله بواجهة جنوبية .

و– تأثير مياه الأمطار على النمط المعمارى

تسقط رخات المطر من السحب الركامية والركام المزنى متأثرة بالأعاصير الشتوية الممطرة التى تكثر على الساحل الشمالى وهى تقل كلما اتجهنا جنوبا وتزيد شدة التساقط فى الصباح الباكر وليلا وبكميات كبيرة فى فصل الشتاء والخريف .

وتختلف كمية المطر السنوى وموسم السقوط وعدد الأيام الممطرة وكمية المطر الساقطة من شهر إلى شهر فى فصل الشتاء ولذلك وجد أن أرضيات الدرقاعات قد بلطت بالبلاطات الحجرية من الحجر الجيرى أو الرخام مثل درقاعة منزل عربكلى حيث بلطت على شكل معينات من البلاطات الرخامية داخل مربع وتفصل المعينات عن بعضها شريط رخامى احمر كما ان ذلك الشريط يحيط بالمربع وبقية الأرضية المحيطة بذلك المربع الرخامى قد بلطت ببلاطات من الحجر الجيرى وكان الهدف من وراء ذلك أن خامة الرخام تتحمل كثيرا هطول الأمطار الوفيرة طوال موسم الشتاء ، وتلك الأمطار التى تسقط على المنازل من خلال فتحات الأسقف (الشخشيخات) فبالرغم من أنها جعلت لأجل التهوية والإنارة ولذلك فقد بلطت بمادة الرخام لتحمل سقوط الأمطار عليها.

وقد بلطت أسطح منازل رشيد بالحجر الجيرى وذلك لتحمل مياه الأمطار بالإضافة إلى ميل الأسطح قليلا ناحية الداخل وليس الخارج وبتجميع مياه الأمطار فى قصبيات مغيبة فى الجدران مرتبطة بمجارى المياه وكذلك تجمع المياه من أسطح الدرقاعات فيها أيضاً إلى مواسير الصرف الملحقة بالمنزل .

٢- تأثير البيئة الطبيعية على العناصر الزخرفية

وقد تمثل التأثير البيئى على العناصر الزخرفية المستخدمة فى تجميل عمائر مدينة رشيد فى استخدام خامات مواد البناء المحلية المتمثلة فى الطوب المنجور فى عمل تكوينات زخرفية هندسية ذات درجات لونية متباينة من الأحمر والأسود بالتبادل مع اللون الأبيض المكون من الجص مما أعطى تكوينات شديدة الخصوصية والمحلية اختصت بها منازل مدينة رشيد ضمن منازل مدن الوجه البحرى وقد تمثلت تلك التشكيلات بالمداخل البارزة للمنازل والمساجد بالإضافة إلى المكاسل كما وجدت أمثلة فريدة من التكوينات الهندسية المنفذة بقطع الفخار مكونة فسيفساء فخارية منفذة بدقة متناهية فى تكوينات من النجوم السداسية .

ومن ناحية أخرى فقد استخدمت خامة الأخشاب بكثرة سواء فى العناصر المعمارية أو الفنية وذلك لتوفر مصادرها المحلية والأجنبية علاوة على تعدد الأساليب الصناعية فى تشكليها .

كما تأثرت الأشكال المصورة والملونة على الأسقف الخشبية بالبيئة وما فيها من أنشطة ومثال ذلك الأشكال المصورة الموجودة بسقف الحجرة الجنوبية الغربية بالطابق الأول بمنزل المناديلى وتتكون تلك الأشكال من السفن الشراعية ومساجد بالإضافة إلى التشكيلات النباتية من أشجار السرو وفروع وأوراق نباتية بالإضافة إلى زهور اللالا والزنبق والرمان .

التخطيط العام للمنازل

تتكون المنازل من عدة أدوار يصل بعضها إلى خمسة أدوار كما في منزل الميزونى ومنزل جلال ويصل بعضها إلى دورين كما في منزل طبى حيث يتكون الدور الأرضى من وكالات ومخازن وإسطبلات أما الدور الأول فهو السلاملك الخاص بالرجال أو قسم الاستقبال ويسمى في الوثائق بالدهليز ، ويعلوه الدور الثانى الحرملك الخاص بالحريم والأسرة وسمى في الوثائق بوسط الدار أما الدور الثالث فهو إذا كان يشبه تماما الدور الثانى فإنه يسمى وسط الدار العليا أما الدور الرابع (الدور العلوى أياً كان ترتيبه) فكان يسمى " الخضير " وهو مكون من جزء مكشوف به غرفة أو عدة غرف ومرحاض.

لقد كان الدخول إلى المنازل يتم من خلال بابين . أحدهما معقود ومن ضلفة واحدة أو ذو خوخة يؤدى إلى الدركاه أو إلى السلم الصاعد إلى أدوار المنزل وتمثل الدركاه مدخلا منكسرا وأحيانا يؤدى الباب إلى السلم مباشرة.

أما الباب الآخر فهو من ضلفتين ويؤدى إلى المخزن أو الوكالة وهناك باب آخر ويؤدى إلى الإسطبل وهو معقود ، إلى جانب حجرات الأسنة وهى معقودة أيضاً ومن المنازل التى تضم ثلاثة أبواب أحدهما للمخزن أو الوكالة والثانى إلى المنزل والثالث إلى السبيل مثل منزل رمضان حيث يقعوا بالجهة الشمالية منه .

لقد كان التنوع في استخدام الدور الأرضى بالمنازل دليلاً على التفاوت في الاستخدام اليومى لهذا الدور كما انه يعكس الثراء الذى كان عليه أهل رشيد في ذلك العصر فقد تنوع استخدام هذا الدور حيث انتشرت به الوكالات والمخازن والدكاكين والصناعات المختلفة ولم يكن ذلك قاعدة عامة فقد وجدت

المنازل التي كانت تشغل الدور الأرضي منها غرفاً للإقامة .

وكان الدور الأرضي بالمنازل بصفة عامة يتكون من المدخل الذي يؤدي إلى الدركاه المؤدية إلى المخازن أو الوكالة أو الحواصل التي تقوم أسقفها ذات الأقبية المتقاطعة على أعمدة وقد يوجد بها سلم يؤدي إلى الأدوار العليا للمنزل بالإضافة إلى الباب الرئيسي الذي يؤدي إليها كما يوجد بالوكالة مرحاض وقد يوجد باب يؤدي إلى السبيل والموجود تحته الصهريج بالإضافة إلى ذلك يوجد بالدور الأرضي الإسطبل والدكاكين وعلى ذلك فقد تنوع استخدام الدور الأرضي بالمنازل بمدينة رشيد في العصر العثماني تبعا لحرفة منشئ المنزل أو المنطقة التي يقع بها فقد حتمت طبيعة موقع المنازل داخل الأسواق ضرورة إنشاء دكاكين بالدور الأرضي كذلك مخازن للبضائع وقد دعت الظروف إلى إنشاء وكالات بالدور الأرضي نظراً لرغبة أصحاب هذه المنشآت في ممارسة الأعمال التجارية بحرية إلى جانب عدم وفاء الوكالات الأخرى بضرورات العمليات التجارية ورغبة في استغلال الوكالات لاستضافة التجار من أنحاء القطر حيث خصص لهم دور أعلى الوكالة كل ذلك من نتائج الحرية التجارية والازدهار الذي شهدته التجارة في هذه المدينة ولم تكن المنشآت التجارية هي السمة الغالبة للأدوار الأرضية بالمنازل فقد وجدت منازل عديدة اقتصر استخدام الدور الأرضي فيها على السكنى .

أما الدور الأول بمنازل رشيد في العصر العثماني فقد سار على تخطيط عام يتكون من ثلاث قطاعات حيث كان القطاع الأوسط يمثل درقاعة يتم الدخول إليها من السلم مباشرة عبر باب وعلى جانبيها توجد الحجرات أما الدرقاعة فهي مفروشة بالبلاط ويتصدرها الإيوان الذي يطل على الشارع أو الفناء بشباك مزدوج ينقسم إلى قسمين معقودين بينهما عمود رخامي وهو

المسمى بالعماد أما القطاع الأول فيتكون من القاعة الرئيسية الخاصة بالاستقبال (السلاملك) وهى أهم حجرات المترل وتطل على واجهتين أو واجهة واحدة وكان تلحق بها غرفة صغيرة خزانة لوضع الملابس والفرش أما القطاع الثالث فيضم المرحاض وغرف النوم ، كما زودت الدرقاعة بدولاب مناولة لتمكين سيدة المترل من تقديم الطعام والشراب دون أن يطلع عليها أحد.

والأدوار الباقية من المنازل فيما عدا الحضير تتشابه مع تخطيط الدور الأول الا فى اختلافات بسيطة أهمها انه يوجد بالدور الثانى حمامات ومراحيض ومطابخ وخرزات الصهاريج بينما لم نجد فى الدور الأول إلا المراحيض فقط .

وكانت أسقف الدور الأول تزخرف بالزخارف الملونة مثل الموجودة بمترل المناديلى كما أن دواليب الأغانى الموجودة به تطعم بالصدف والعاج مع الحشوات الخشبية على هيئة أطباق نجمية مثل دواليب الأغانى بمترل الأمصيلى.

والقاعدة العامة هى عدم وجود حجرات تواجه الداخل إلى الدور الأول وان انحراف الداخل ساعد على تنفيذ القطاعات الثلاثة موازية للواجهة الرئيسية وان اختلفت أوضاع هذه القطاعات.

أما الدورين الثانى والثالث بالمنازل فيسير تخطيطهما بنفس تخطيط الدور الأول حيث يتم الدخول عن طريق باب يغلق على الدور الثانى والأدوار الأخرى التى تعلوه أما السلم الصاعد إلى الدور الثالث فهو ذو باب من داخل الدور الثانى.

وقد تميز الدور الثانى بالمنازل بأنه يحتوى على تخانة بها حرزة لسحب المياه من الصهريج من خلال القصبة المقامة بالبناء ومركب عليها دولاب لسحب الماء من الصهريج ويتصدر الدرقاعة إيوان للجلوس أما سقف الدرقاعة فنفذت به فتحة مستطيلة أو مربعة أو مثمنة لإدخال الضوء والهواء فنجد انها مثمنة فى

منزل المناديلى وعلوان وعربكلى وعصفور وفرحات وأبوهم و الأمصيلى ومثمنة فى منزل رمضان وحلال ومستطيلة فى منزل الميزونى وثابت ومربعة فى منزل البقرولى والقناديلى والتوقاتلى ومحارم وقد أحيطت هذه الفتحات بحواجز من الخشب.

أما الحضير وهو الدور المكشوف الذى يعلو المنزل فقد تميز بوجود حجرة أو حجرتين ومرحاض وكان يحدد الجزء المكشوف ساتر يحجب النسوة وقد ضمت بعض المنازل اكثر من حضير حيث ذكرت الوثائق منزلاً من خمسة أدوار وكان بالدورين الرابع والخامس حضير مكشوف وأمامه حجرتان ومرحاض بالرابع وحجرة واحدة ومرحاض بالحضير بالدور الخامس وقد كان الدور العلوى وهو الحضير يستخدم لنشر الثياب وقد تم عمل سواتر تحجب النساء .

العناصر المعمارية والزخرفية فى عمائر مدينة رشيد

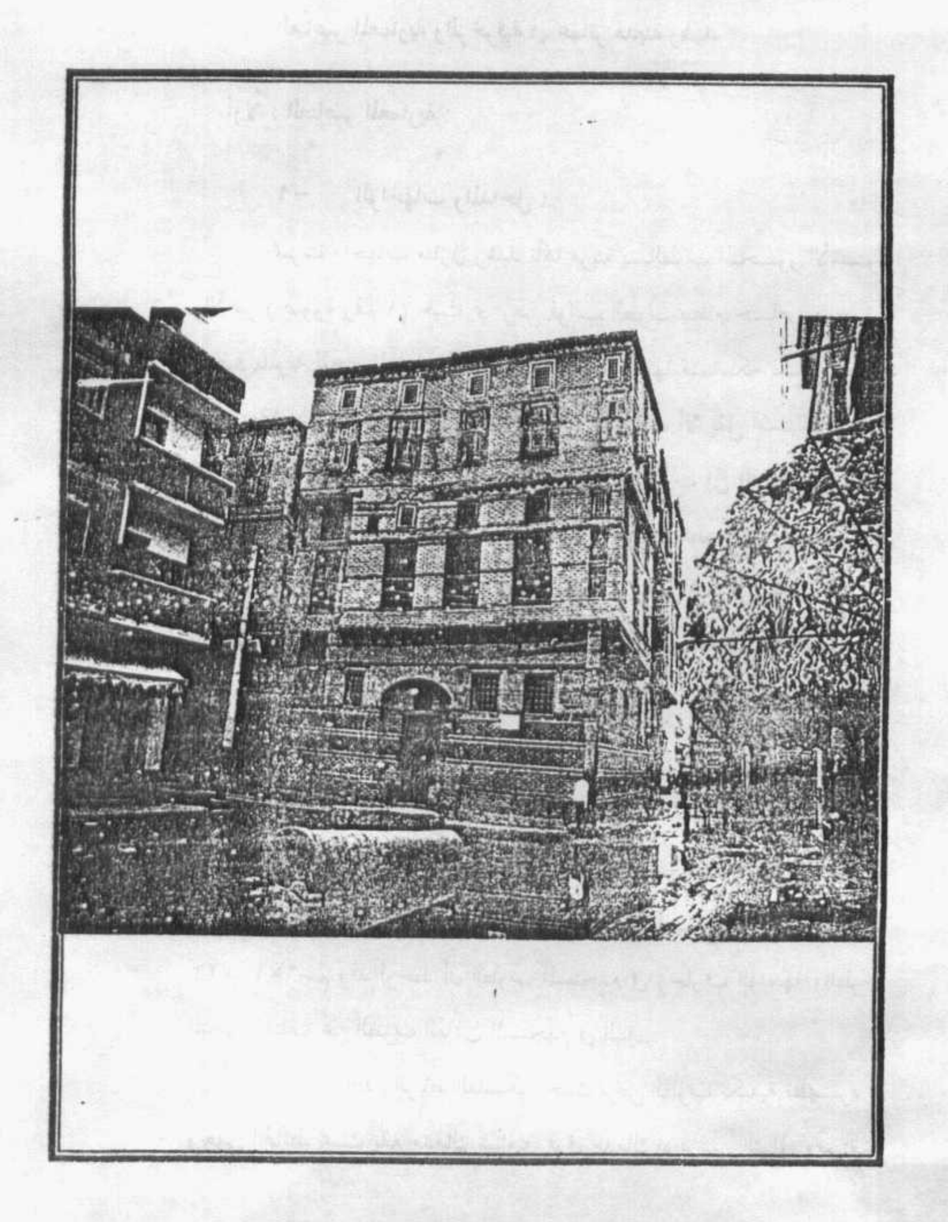
أولاً : العناصر المعمارية :

١ – الواجهات والمداخل :

تميزت واجهات منازل رشيد بأنها مزينة بالطوب المنجور الأسود والأحمر (صورة رقم ١) حيث تم رص قوالب الطوب بنظام خاص وربطه ببعضه بالمونة للحصول على كتلة واحدة جميع أجزائها متماسكة بشكل يضمن حسن مقاومتها للضغوط التى سوف تتعرض لها ويجب ألا يقل تحمل المونة للضغط عن تحمل القوالب نفسها وقد أدى البناء بالطوب إلى انتظام شكل الواجهات لانتظام مقاس الطوب نفسه و حسن التصاق الطوبة بالمونة ، ومقاومة الطوب للحريق وكذلك للمؤثرات الجوية بالإضافة إلى توفر المونة الخام المستخدمة فى صناعته لعدم توافر محاجر للأحجار فى المنطقة الساحلية وقلة تكاليف البناء به.

وقد لوحظ أن مواصفات الطوب جيدة حيث انه مستوى مسطح متجانس فى اللون والتركيب تام الحرق غير متبلور لا شقوق فيه ولا فلوج وسطحه غير خشن خالياً من المواد الصوانية أو الجيرية رنان الصوت إذا طرق قالبان ببعضهما بشدة منتظم الشكل والحجم فى النوع الواحد أبعاده ٢٢×١٠×٦سم وقد لوحظ أن الطوب المستخدم فى زخارف الواجهة والطوب المنجور يختلف عن الطوب العادى المستخدم فى البناء.

وقد استخدم الرباط الفلمنكى حيث يرص الطوب بكيفية تظهره فى وجهى الحائط بحيث يقع مدماك شناوى فوق مدماك اديه على التوالى ويستعمل

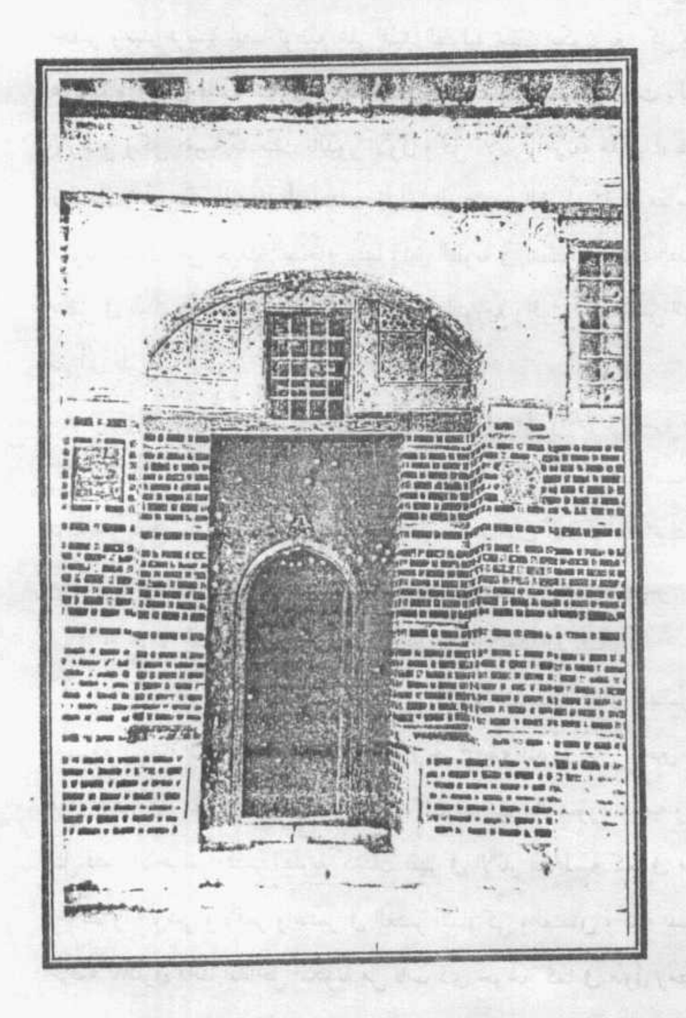


صورة رقم (١) واجهة منزل الأمصيلى

فيه عادة كيترر أو ثلثى أو ثلاثة ارباع طوبة لقطع الحل ونرى أن المعمارى قد أضاف إليها الميد الخشبية وذلك باستخدام ميد خشبية طولية حيث توضع بطول الجدار وميد عرضية أيضاً توضع على الميد الطولية بحيث يكون بين كل ميدة عرضية و أخرى قالب شناوى والميد الطولية توضع كل سبعة مداميك بالدور الأرضى وكل خمسة مداميك بالدور الأول وكل ثلاثة أو أربعة مداميك بالأدوار العليا كما أن هذه الميد قد أخذت مقاساتها العرضية والسمك نفس مقاسات الطوبة وذلك حتى يحدث انسجام بينها وبين الطوبة فى المظهر وهذه الطريقة اسهل فى البناء وأحسن فى التعشيق وأفضل فى التوزيع وأقوى على تحمل الضغوط من أى طريقة أخرى.

وقد استخدمت المونة المكونة من مادة القصرمل والجير والخمرة والرمل وذلك لربط المداميك وبخاصة فى الدور الأرضى أما الأدوار العليا فقد استخدمت مونة جيرية مكونة من الجير والرمل وذلك لربط مداميك الطوب مع استخدام هذه المونة وذلك لتنفيذ اللحامات البارزة بين الطوب وتكحيل عراميس الطوب أما فى الأجزاء الخلفية من الحائط فقد استخدمت الكحلة العريضة.

ولقد حرص المعمارى على إبراز كتلة المدخل والتى ظهرت فى جامع المهدية بتونس ٣٠٣ هـ ٩١٦ م حيث يقع المدخل بين برجين وانتقل هذا العنصر إلى مصر فى العصر الفاطمى وكان قد ظهر بالقصور الشامية والعراقية مثل قصر الاخيضر وقصر الطوبة كذلك ظهر فى الآثار الفاطمية كما فى مساجد الحاكم والجيوشى والأقمر واستمر فى العصر المملوكى والعثمانى وكتلة المدخل خاصة بالمنازل ذات المداخل المكونة من باب ذى خوخة كما فى منزل رمضان والقناديلى والتوقاتلى وعصفور ومحارم وحسيبة غزالى ودرع و الأمصيلى وكذلك مداخل الوكالات بالمنازل والمخازن .



صورة رقم (٢) المكسلتان الموجودتان على جانبي مدخل منزل الأمصيلي

والمداخل التى تؤدى إلى الدركاه المشتركة بين سلم المنزل والمخزن فى منزل مكى والبقرولى والمناديلى وقد روعى أن يكون المدخل بـــارزاً بمقـــدار ١٠سم وتتوسطه حنية متوجة بعقد قليل الاستدارة (عقد عاتق) (صورة ٢).

ويتوسطها المدخل الذى يعلوه عتب مستقيم وتكتنف المنزل مكسلتان بالطوب ولكل منهما عمود من الخشب بالزاوية .

ويوجد العديد من الزخارف المنفذة بالطوب المنجور والجص والفخار على المداخل تضم عناصر هندسية وكتابات وقد استخدمت الميـــد الخشـــبية فى صفوف بينها صفوف عرضية (قواطيع) كما روعى تدرج سمك الجدران إلى اعلى لتخفيف ثقل الجدران العليا على السفلى.

٢- السلالم :

توجد سلالم معظم منازل رشيد فى شكل واحد إلى اعلى إذ ليس بهـــا نظام مكبات وقد كانت السلالم الخاصة بكل طابق تقام بداخل الطابق عن طريق باب يوصد عند اللزوم وبذلك يصبح كل طابق وكأنه مكان قائم بذاته وذلـــك لتوفير الخصوصية علاوة على المداخل المنكسرة لكل دور وبخاصة للأدوار الأول والثانى علوى أما الأدوار الثالث والرابع فكانت السلالم مـــن داخلـــهما وقـــد استخدم الحجر الجيرى فى صناعة السلالم بالإضافة إلى الأخشـــاب فى كســـوة واجهات السلالم القائمة والنائمة بالإضافة إلى استخدام الطوب المحروق أيضـــا ونظرا لضيق المســـاحات المخصصة للبناء لذلك ارتفعت درجات السلالم بـــين ٢٧-٢٨ سم.

٣- الأرضيات :

كانت الخامة الرئيسية فى تبليط أرضيات منازل رشيد هـــى الحجـــر

الجيرى وذلك فى صورة بلاطات مستطيلة ومربعة الشكل وكان يتوسطها بأرضية الدرقاعة العليا البلاطات الرخامية وبعض الأشرطة المكونة من البلاطات الخزفية والفخارية بالإضافة إلى بعض المنازل التى غطيت أرضية حجراتها بالأخشاب مثل منزل الميزونى وحلال ورمضان وقد اتخذت أرضية الدرقاعة الأشكال المربعة أو المثمنة .

٤ – الأسقف :

وقد لعبت الأخشاب دوراً معماريا وإنشائياً وزخرفيا هاماً فى أسقف منازل مدينة رشيد حيث أقيمت معظم سقوف المنازل على كمرات خشبية يطبق فوقها العديد من الاستدراجات لتمتد حتى تبرز خارج المبنى ثم تكسى بألواح الخشب وفى بعض الأحيان زخرفت الألواح الخشبية بسدائب الخشب الرفيعة وذلك لزيادة مساحة سطح الأدوار والإشراف على الشوارع من اكثر من جهة مما يزيد فى تهوية الغرف وقد كانت السقوف الخشبية لا توضع على الجدران مباشرة بل يحول بينها وبين الجدران ازارات خشبية تحيط بأسفل السقف لتثبيته وغالبية ازارات السقوف عريضة وثلاثة أرباعها مثبت بأعلى الجدران بقوائم خشبية تسمى (علف) وتعرف عند أهل الصنعة باسم (جمال) وتوضع بين المداميك بشكل رأسى على مسافات متساوية وفى الأركان توجد القوائم الرأسية متقاربة مع وجود كتلة خشبية ضخمة ترتفع مع المداميك بشكل افقى وذلك زيادة فى التثبيت .

ويتكون السقف من براطيم وأحيانا تشطف حوافها فى المنطقة الوسطى التى تسمى سياج فينفذ مقرنص ملتصق بنهايتى البرطوم الذى يسمى (نعل) وتتم التغطية للأجزاء الظاهرة من الجدران بين البراطيم بقطع مستطيلة من

الخشب يطلق عليها (هرنائى) ويتم تنفيذ ازار يسير اسفل البراطيم يغلف العلفات وتسد الفواصل بين الإزرات والبراطيم والهرنانيات بازار عمودى على الجدار يثبت اسفل البراطيم يطلق عليها (قطرونيه) ومن الأساليب المعمارية فى تنفيذ أسقف المنازل أسلوب أسقف التخفيف والذى يتكون فيه السقف من سقفين بينهما مسافة تصل إلى خمسين سنتيمترا وقد تم تنفيذ الأسقف بحيث يكون العلوى بمثابة أرضية الحجرة أما السفلى فيمثل سقف الحجرة التى تقع أسفل أسفلها على أن تسير البراطيم بالسقفين فى اتجاه معاكس مما يساعد على تنفيذ زخارف كما فى منازل الأمصيلى بالدور الأرضى حيث عمل كباسين أحدهما على الجدار الغربى والثانى على الجدار الشمالى ويلتف الكباسان عند الزاوية حيث يعلو الكباس الغربى فوق الكباس الشمالى وفى الوقت الذى يسير فيه الكباس الغربى أعلى كوابيل السقف فانه يشكل أيضاً عند نهايته نحو الخسوف زاوية مقدارها عشر درجات مع خط الكوابيل بحيث يشكل الكباسان عنصرا معماريا يساعد على إبعاد ثقل الزاوية إلى الجانبين وهى نفس الطريقة التى يقوم بها العقد لتوزيع الثقل الواقع على قمته إلى الجانبين ، وقد راعى المعمارى أن تكون كل غرفة مستقلة فى سقفها على الغرفة التى تجاورها إلا إذا كان سيحولهما إلى حجرة واحدة .

٥ — الأقبية المتقاطعة :

وقد أبدع المعمارى فى استخدام الاقبية المتقاطعة فى تغطية حواصل المخازن والوكالات وكذلك درقاعات الدور الأول ببعض المنازل و أسقف الصهاريج بهدف الاستغناء عن الأعمدة الداخلية فأمكن بذلك ان يحقق اكبر اتساع بالحواصل والدرقاعات والقبو المتقاطع ينتج من تقاطع قبوين نصف

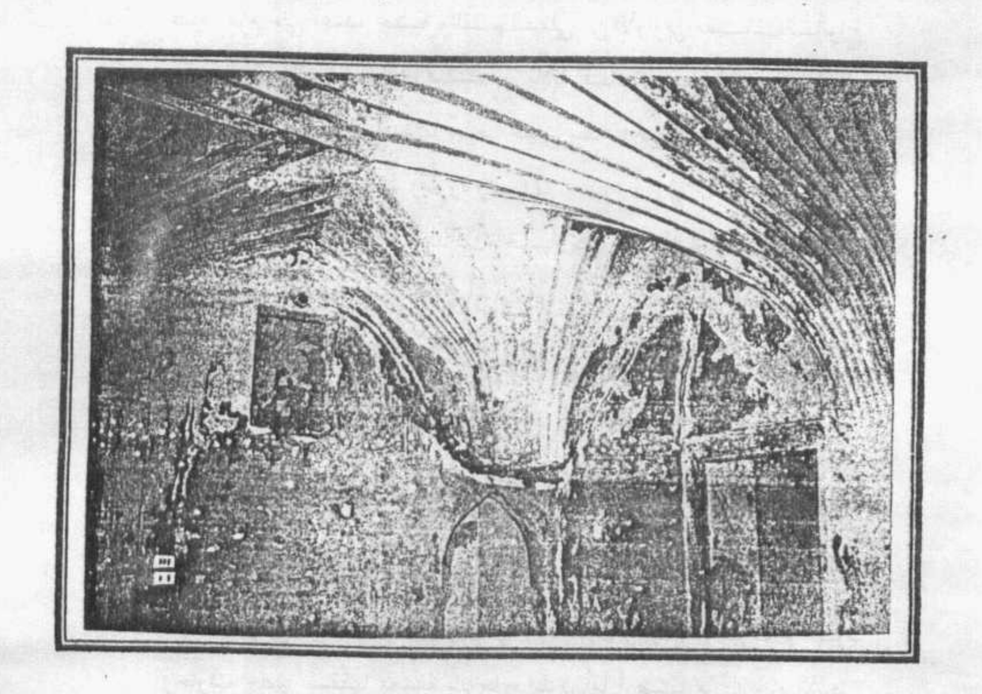
دائريين مساويين على زاوية قائمة إذا كانت المنطقة المـراد تغطيتـها مربعـة (صورة رقم ٣) وتكون الزاوية حادة إذا كانت المنطقة مستطيلة وقـد لجـأ المعمارى فى الحالة الأخيرة إلى طريقة أخرى هى بناء أكتاف ملاصقة للجدارين الطويلين و إقامة أرجل العقود على أطرافها بعد أن يتحول المسـقط إلى مربـع وبذلك فإن القبو يتكون من أربعة أرباع شكل مخروطى .

وقد تميزت الدركاوات والوكالات باستخدام الأقبيـة المتقاطعـة ذات الخوصات التى تشبه حرف V تبدأ من أرجل العقود بمقرنصات بسيطة من حطة واحدة وتتجه نحو قمة القبو وكان يتم حمل سقف خشبى يعلو هذه الاقبية وغير محمل عليها إنما على الجدران لتنفيذ أرضية الحجرة أو الدرقاعة التى تعلوه بذلك يترك القبو فارغاً من أعلى تخفيفا عنه كما فى منزل مكى .

وتبين لوحة (٣) شكل الأقبية المتقاطعة بمنزل المناديلى .

٦ — الموردات

وقد وجدت الموردات بمنازل رشيد من اجل التوسع الرأسى تعويضـا للنقص الناشئ من ضيق وصغر مساحة الأرض المقام عليها المنازل وقد تنوعـت فى عدة أشكال وفى عدة مواضع من الواجهات فنجـدها تشـغل الواجهـة فى عمومها أو فى جزء منها وهى ترتكز على كوابيل خشبية تكسى قيعانها بـألواح خشبية تطبق عليها الزخارف الهندسية من أطباق نجمية ثمانية واثنى عشرية مكررة وقد نفذت بواسطة السدايب الخشبية مع تثبيتها بواسطة مسامير حديدية وغالبا تكون هذه الزخارف هندسية وتوضع بداخلها زخارف نباتية ملونة عبارة عـن وريدات وفروع نباتية ولم يبق منها إلا بقايا ضئيلة نتيجة للظروف البيئية المحيطة وتبين لوحة (٤) بعض أشكال الموردات بمنازل رشيد .



صورة رقم (٣) أقبية متقاطعة بمنزل المناديلي

٧– الأواوين :

تعد الأواوين من العناصر المعمارية التي انتشرت بالمنازل وتصـــدرت القاعات وقد تميزت يشغلها جانبا واحد من الدرقاعات ويشرف عليها بثلاثـــة عقود تقوم على أعمده خشبية والقسم السفلى من الأواوين مســـقف بـــألواح خشبية وله أبواب أما العلوى فمقسم إلى ثلاثة أقسام الأوسط منها مـــدخل إلى سطح الإيوان والآخران يحددهما حاجز خشبى منفذ بالخرط الكنائسى أو الميمونى ويعلوها صف من الشرفات (صورة رقم ٤).

و الأواوين نوع من الدكك الخشبية تطل على الشارع أو الفناء مـــن خلال نافذة مزدوجة بالدور الأول أو مشربية بالدور الثانى وهى تقابل التختبوش بمنازل القاهرة .

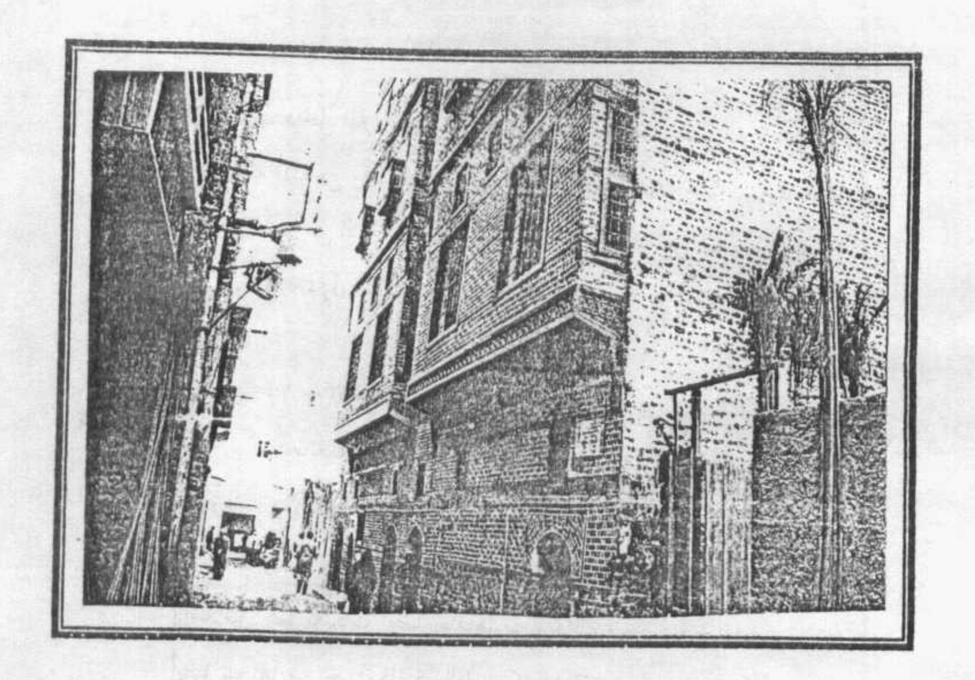
كما قد توجد الدرقاعة وهى مربعة أو مثمنة وذلك فى سقف حجـــرة الإيوان (صورة رقم ٥).

٨– الحمامات :

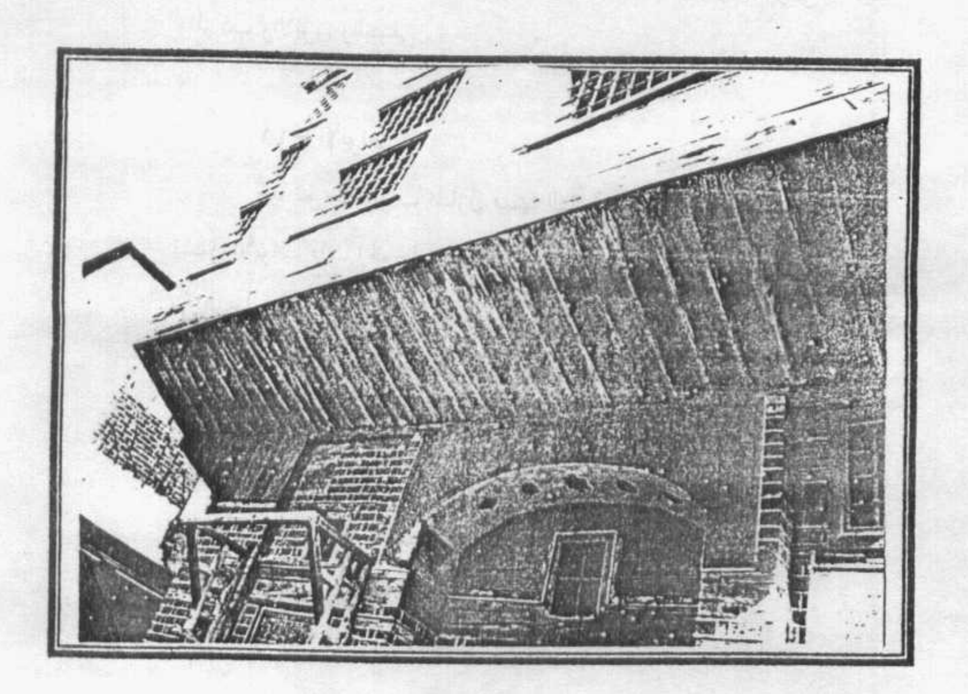
وهى من العناصر المعمارية الموجودة بمنازل رشيد وقد تميزت بوجـــود زخارف جصية بسقفها معشقة بالزجاج الملون أما أرضيتها من الرخام الأبيض علاوة على وجود حوض رخامى وغرفة صغيرة ملحقة به ربما كانت اســـتراحة يستخدمها المستحم قبل خروجه من الحمام مباشرة إلى الجو الخارجى .

٩– المطابخ :

تتكون المطابخ من عدة عناصر منها المصطبة المبنية بالطوب ويوجد بها فتحات لوضع الأدوات الخاصة بالمطبخ ويعلوها عقد خاص لحجز الدخان حتى



أ



ب

لوحة رقم (٤) بعض أشكال الموردات بمنازل رشيد

(أ) وردة منزل جلال

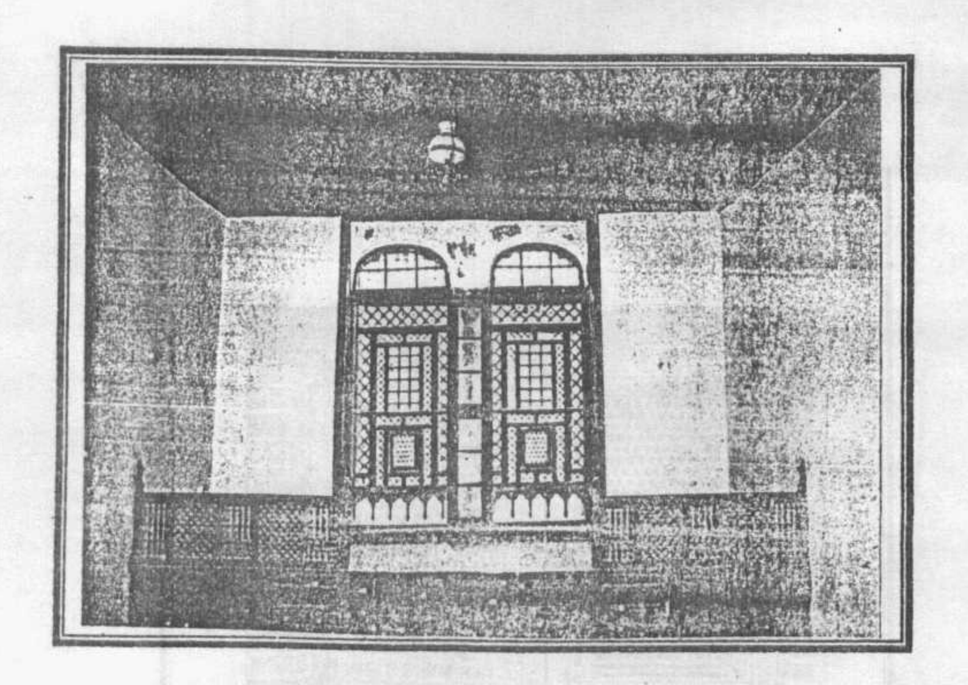
لا يتسرب داخل المنزل حيث توجد المازورات الخاصة لتصريف الدخان وهى ما نطق عليه المداخن وقد نفذت بالطوب ولها قصبة حيث شكلت بهيئات ثمانية أو مدورة تصنع من الفخار حيث تقوم بتوصيل الدخان من المطبخ إلى اعلى المنزل مثل الموجودة بمنزل التوقاتلى (صورة رقم ٦).

١٠ — الأعمدة والتيجان :

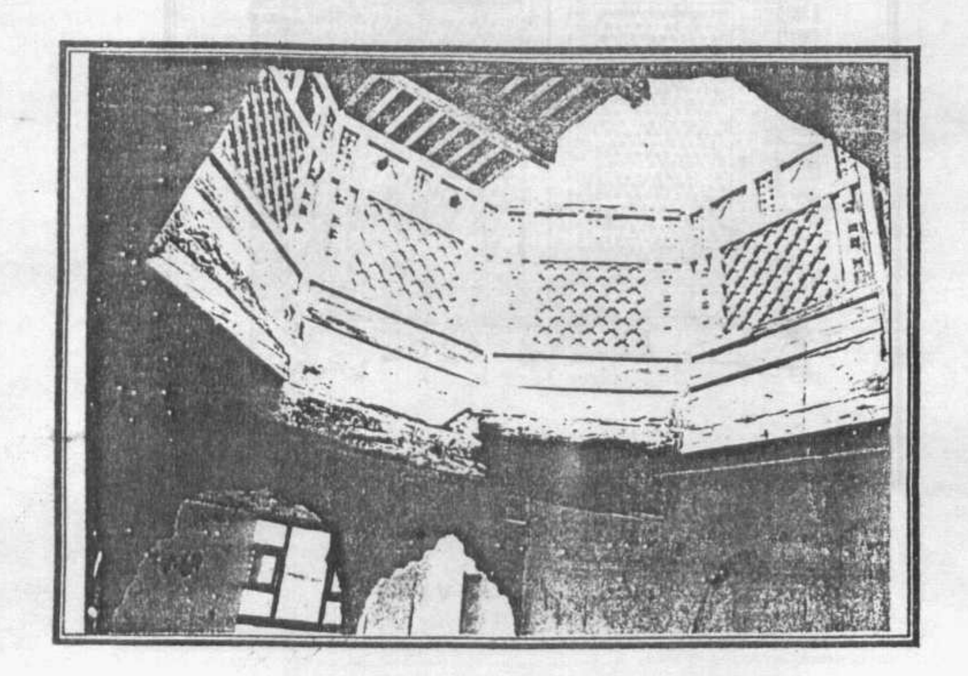
استخدمت الأعمدة بكثرة فى منازل مدينة رشيد وذلك كعنصر حامل للموردات والأسقف والقاعات والنوافذ وقد تعددت أشكالها وطرزها وذلك لتعدد الآثار المأخوذة منها على اختلاف العصور من فرعونية ورومانية وقبطية وإسلامية كما تعددت أيضا خاماتها من رخامية وجرانيتية وبازلت وقد تعددت أيضا تيجانها من حيث المادة والطراز كذلك فقد وجد الطراز الكورنثى البسيط والمركب والأيونى والبصلى .

١١ — الأبواب :

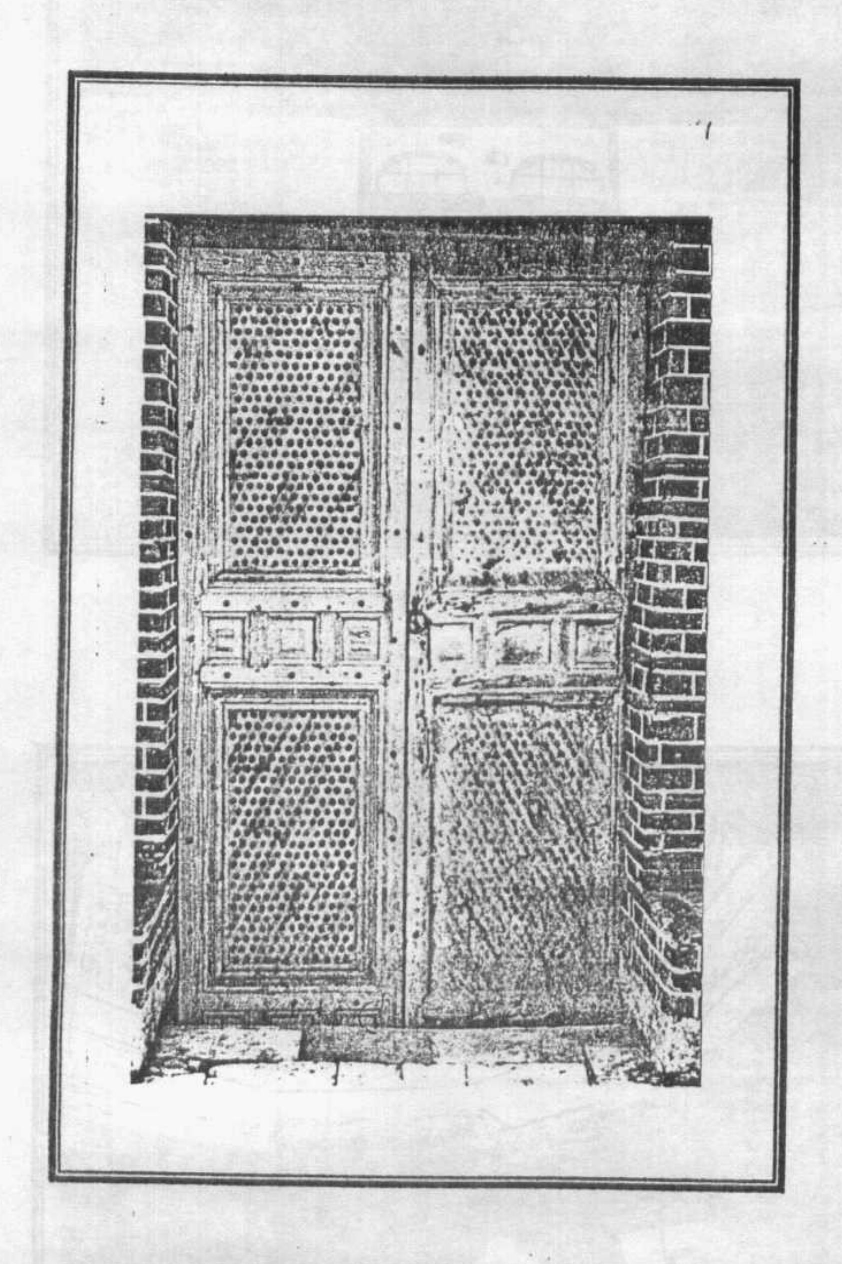
لقد تنوعت أبواب المنازل فمنها الداخلى والخارجى فالأبواب خارجية تشمل الأبواب ذات الخوخات كما فى منزل رمضان ومكى وهى تتميز بخلوها من الزخارف فيما عد الخوخات التى يتوج كل منها عقد موتور يعلو قمة العقد ورقة ثلاثية منفذة بالقطع والتفريغ وقد نفذت الأبواب الخالية من الخوخات بألواح (انسبرس) التى تشكل معينات متداخلة كما فى باب منزل عربكلى وقد وجد اختلاف فى التركيب الإنشائى للواجهة الخلفية للباب عن الواجهة الأمامية فهى تتكون من ألواح خشبية تحكمها عدة قوائم لتعضيد الهيكل العام للبوابة مركب بها مزاليج وسقاطات لإحكام الغلق. (صورة رقم ٧)



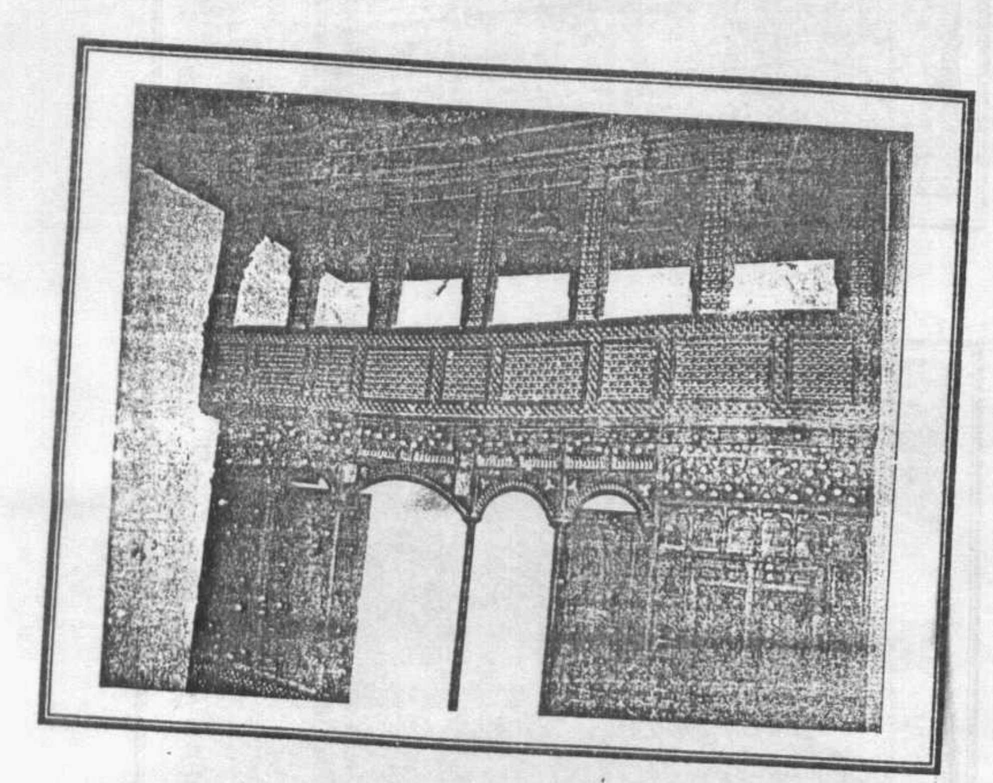
صورة رقم (٥) إيوان بمنزل الأمصيلي



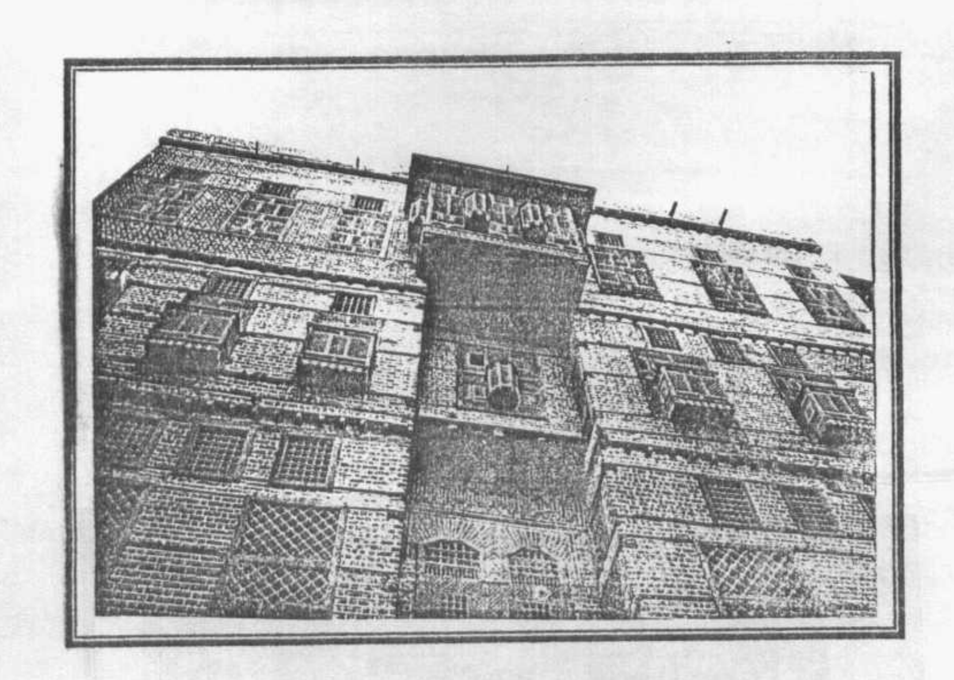
صورة رقم (٦) دورقاعة بمنزل حلال

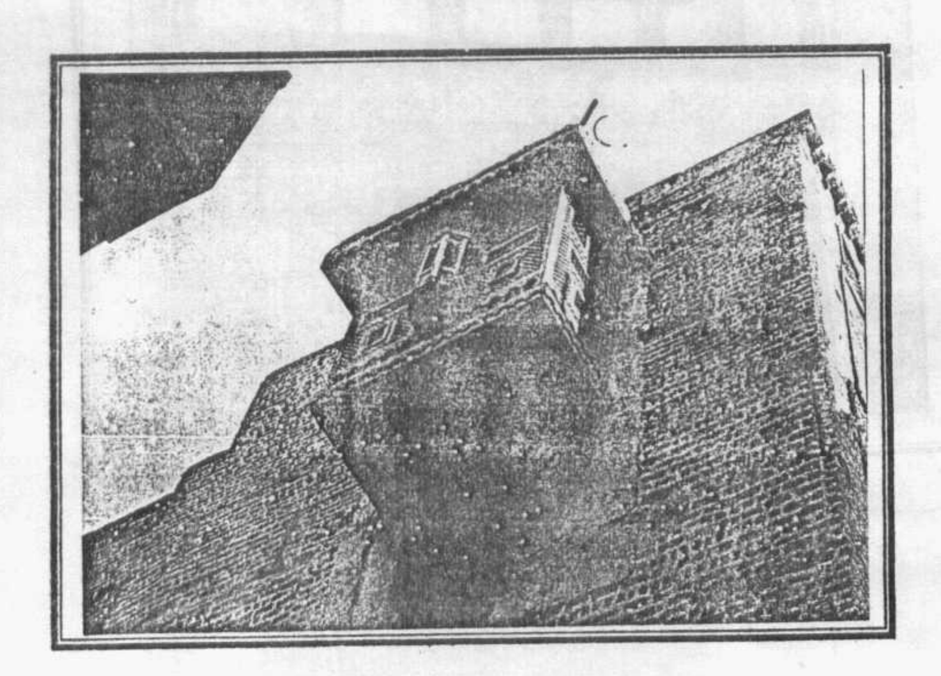


صورة رقم (٧) الباب الرئيسى بمنزل الأمصيلى



صورة رقم (٩) دولاب الأغانى بمنزل الأمصيلى بالحجرة الغربية





لوحة رقم (٢٩) رواشن منازل رشيد

(أ) روشن منزل رمضان

(ب) روشن منزل التوقاتلى

أما الأبواب الداخلية فهى مستطيلة عليها بعض الزخارف ..... الهندسية عبارة عن نجوم أو أشكال المفروكة المائلة أو مفاريك داخل مربعات أو بعض الحشوات المجمعة بأسلوب المعقلى تقائم أو المعقوف أو مائل أو بعض الخطوط المشطوفة التى تشبه سعف النخيل ذات حواف متقابلة أو مائلة .

١٢ — النوافذ :

وقد تنوعت نوافذ منازل رشيد فقد انتشرت النوافذ الحديدية مركبة من قضبان حديدية بأطر خشبية على شكل صبان متقاطعة والبعض الآخر بأشرطة الخرط الصهريجى المائل مع قضبان حديدية ودنت لنوافذ الموجودة بالأدوار الأرضية أما الأدوار العليا فقد يوجد بها أشكال الخرط الصهريجى المائل والميمونى بالإضافة إلى وجود خوخة ذات إطار خشبى داخله أعمال الخرط بأنواعه المختلفة ونوافذ الطوابق العليا تماثل أشكال الخرط لدقيق بالمشربيات.

كما وجدت النوافذ المزدوجة والمطلة على الأفنية المنفذة بالخرط الصهريجى والميمونى والنصف صهيى.

١٣ — المشربيات والرواشن :

والمشربيات عبارة عن نوافذ بارزة مربعة أو خماسية أو خماسية مركبة أما الرواشن فهى مشربيات ضخمة مقامة على كوابيل وهى ثلاثية الأضلاع تخرج من واجهتها مشربيات خماسية الأضلاع كما هو موجود بمنزل رمضان والتوقاتلى والمشربيات والرواشن منفذة بأنواع الخرط ميمونى و سفله كوابيل مغطاة بألواح الخشب منتهية بصف من المقرنصات (لوحة ٨).

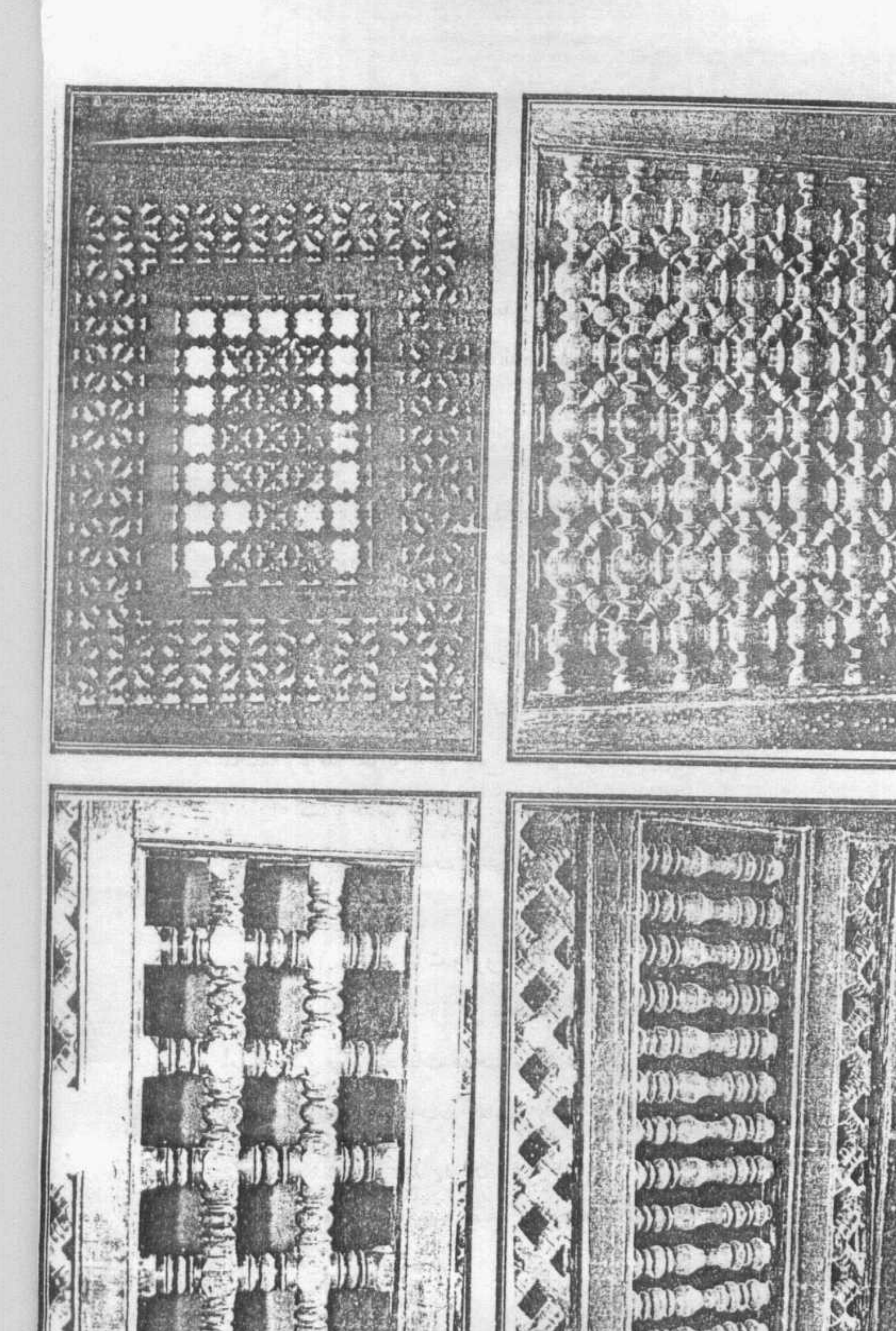
ثانياً عناصر التأثيث :

(١) دواليب الأغانى :

وهى من العناصر المنتشرة بجميع منازل رشيد وبخاصة فى الحجرات الرئيسية وهى تشغل واجهة حائط كاملة يتوسطها مدخل جانبى يؤدى إلى الحجرة وقد حرص المعمارى على أن تكون موازية لبراطيم الأسقف والأجزاء السفلى منها طبقت عليها زخارف بالتجميع والتعشيق والتطعيم بأشكال المفاريك بأنواعها والزخارف الهندسية والنجوم أما الجزء الأوسط فبه أبواب وخورنقات وخوخ وهو منفذ بأشكال الحشوات المجمعة أما الجزء العلوى فمنفذ بأنواع الخرط الميمونى بالإضافة إلى وجود الخوخ أيضا وقد يوجد به زخارف نباتية ملونة (لوحة ٩).

(٢) الخزائن الحائطية :

وقد انتشرت بمنازل رشيد حيث احتلت حنايا الجدران وقد صنعت هياكلها من الخشب ولها أبواب تفتح بقراقيات وقد ظهرت لسبب إنشائى راعاه المعمارى وهو تخفيف ثقل الجدران وقد دعت الضرورة إلى استغلال تلك الحنايا لتنفيذ الخزائن الحائطية وقد وجدت بالجدران الخالية من النوافذ حيث أن الجدران ذات النوافذ يكون سمكها قليل بهدف التخفيف عن الواجهة وقد نفذت الخزائن بأسلوب الحشوات المجمعة بالإضافة إلى وجود الخورنقات وأشكال المفاريك المتقاطعة المائلة أو الأشكال السداسية والرباعية والأشكال النجمية لوحة (١٠)



(٣) الدكك :

اختلفت الدكك عن الأواوين فى تخصيصها للجلوس وقد تنوعت أشكالها ومساحتها منها ذات الجانب الواحد أو ذات الجانبين أو ذات الثلاثة جوانب وقد نفذت حواجزها بالخرط الميمونى بأنواعه أو من البرامق المحيطة المخروطة (كنائسى) أو بالحشوات المجمعة تأخذ أشكال مائلة تشبه سعف النخيل وتنتهى بشكل مدبب من أعلى على هيئة محراب.

العناصر الفنية الزخرفية الموجودة بمبانى رشيد

١ – الزخارف الخشبية :

نظرا لتوفر الأخشاب سواء المحلية أو الأجنبية بمدينة رشيد وحدق النجارين بالأساليب الفنية فى صناعة التحف الخشبية ومنها طريقة التجميع والتعشيق لتثبيت الحشوات المختلفة وطريقة المفحار والعرموس وطريقة النقر واللسان كما انتشرت طريقة السدايب المعشقة وطريقة الحفر والمتضمنة الحفر الغائر والبارز والشطف المائل كما أتقنوا أساليب التطعيم سواء بالعاج والصدف والأبنوس وتقوم زخرفة التحف المستخدم فيها على ست طرق وهى طريقة الصبغ painting وطريقة استعمال اللك أو اللاكيه وطريقة الحز والحفر غير العميق والحفر العميق والمائل والبارز وهو ما يعبر عنه بالتركية بكلمة أويما .

كما نفذت بعض الزخارف الخشبية عن طريق تلوين الأخشاب وبخاصة فى الأسقف الخشبية كما استخدم التذهيب و أساليب الخرط بأنواعه المختلفة وفيما يلى سوف يتم تناول أهم الزخارف الهندسية والنباتية والكتابات

التى نفذت على الأخشاب :

(أ) الزخارف الهندسية :

تعتبر الزخارف الهندسية من العناصر الرئيسية فى الفن الإسلامى والتى تدل على براعة لم يكن أساسها الشعور الفنى والموهبة الطبيعية فحسب ولكنها تدل على علم وافر بالهندسة العملية ويعد الفن الإسلامى هو الوحيد الذى اختص بنوع من الزخارف الهندسية والمصطلح على تسميتها الأطباق النجمية ، فقد وجد الطبق الأثنا عشرى والعشارى والثمانى بالإضافة إلى الأشكال الثمانية والسداسية المنفذة بالسدايب والسداسية المكونة من ست لوزات ومن الزخارف الهندسية التى شاع استخدامها الأشكال الهندسية المجردة من خطوط مستقيمة ومقوسة ومتداخلة ومتقاطعة وأشكال أخرى مجدولة بالإضافة إلى المثلثات والمعينات والدوائر والأشكال الرباعية والخماسية وأخرى متعددة الأضلاع واستفادوا من الأشكال الهندسية فكونوا زخارف تميزوا بها وكانت شائعة وهى زخرفة المفروكة وهى من العناصر المبتكرة التى طورت من عنصر الصليب المعكوف ومن العناصر الزخرفية الهندسية التى نفذت على الأشكال الخشبية وحدة زخرفية عبارة عن نجمة سداسية الأضلاع مركزية يحيط بها هيئة سداسية شكل T ويطلق عليه أهل الصنعة مسدس دقماق .

ومنها أيضا نجمية سداسية الأضلاع مركزية يحيط بها أربعة أشكال ثمانية الأضلاع يطلق أهل الصنعة عليها مسدس تاسومة .

ومنها أيضا أشكال هندسية متعددة الأضلاع من أربعة وعشرون ضلعاً وستة عشرة ضلعا تشع من مركزها إشعاعات تصل بعضها الآخر يطلق أهل الصنعة عليها أبو جتزير.

وهناك عنصر أخر يأخذ شكل حرف Z وهى تمثل أحد شقى

الصليب المعكوف لذلك أطلق عليها معقليا معكوفا .

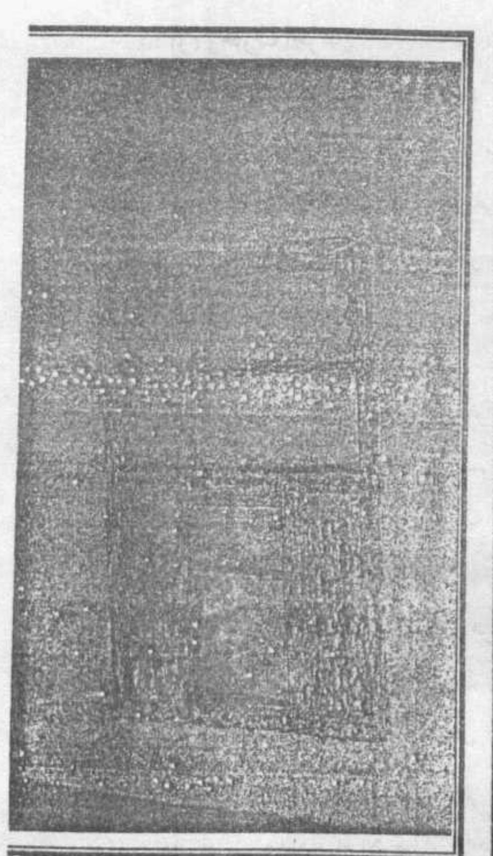
وقد نفذت بين الأطباق النجمية وأنصافها وحدة هندسية مكونة من مثمن مركزى يحيط به بشكل دائرى أشكال سداسية متساوية الأضلاع والزوايا بالتناوب مع شكل نجمة خماسية غير كاملة .

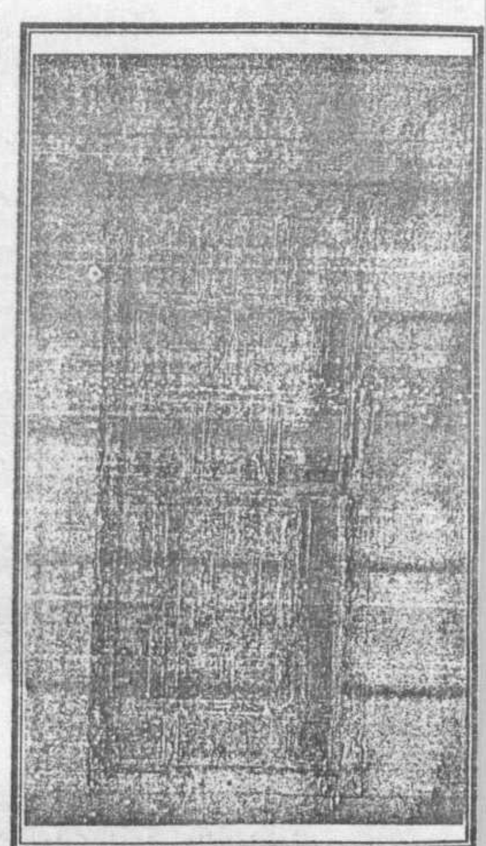
يطلق عليها أهل الصنعة ضفدعة علاوة على الأشكال الهندسية المسدسة باستطالة يطلق عليها أهل الصنعة زقاق .

(ب) الزخارف النباتية :

وقد اعتمدت هذه الزخارف على العناصر النباتية المستوحاة من عالم النبات كالأزهار والثمار و الأوراق والأشجار والسيقان فقد كان عالم النبات مصدر الهام للفنان ونلاحظ فى بعض هذه الزخارف أنها مجردة فهى ليست اختصارا للواقع ولكنها تجسيد لغير المرئى وقد تميزت ببعض العناصر الزخرفية النباتية مع تطبيقه فكرة اللانهائية ومع رسمها بعد تحويرها تحويرا كادت أن تفقد معه شخصيتها كوحدات نباتية ولكنها وإن بعدت عن الطبيعة فلا يزال لها جمال فنى يدل على سعة خيال مبدعها .

إلا انه لم يبتعد عن تقليد الطبيعة وتكوين زخارف تمتاز بالتكرار والتقابل والتناظر وتبدو عليها مسحة هندسية واكثر الزخارف النباتية ذيوعا فى الفنون الإسلامية زخرفة الأرابيسك بالإضافة إلى إتقان زخارف نباتية أخرى تختلف على حسب الطبيعة الموجودة بها فقد وجد الفنانون الأتراك فى نبات وزهور بلادهم منبعا غنيا استفادوا منه فى تنفيذ عناصرهم الزخرفية واكثر الزهور المستعملة الورد والقرنفل والرمان واللالا وتربط هذه الزهور فيما بينها بالسيقان والأفرع المتداخلة المزينة بالأوراق وتعتبر هذه الأفرع بمثابة الهيكل العام للموضوع





لوحة رقم (١٠) الخزانة الحائطية بمنازل رشيد

(أ) خزينة حائطية بمنزل المنادبلى

(ب) خزينة حائطية بمنزل فرحات

الزخرف مكونة من السيقان والأفرع الصغيرة والوريقات والبراعم والزهور وفى بعض الأحيان تكفى زهرة واحدة لتكوين موضوع زخرفى بتكرارها والربط فيما بينها بالأفرع والسيقان المتشابكة المزينة بالأوراق ، ومن الأوراق التى كانت كثيرة الاستعمال فى رسم الموضوعات الزخرفية الورقة الرمحية المسننة وكذلك رسوم الفاكهة كعنصر زخرفى وبخاصة الأنواع التى تتميز بأشكالها المستديرة مثل الكمثرى والخوخ والتفاح والرمان والبلح وتنفذ بدون سيقان و أوراق وقد تخرج من آنية على شكل سلة أو كأس بطريقة محاكية للطبيعة وقد ترسم بالألوان المختلفة .

(جـ) الرسوم الطبيعية :

وتعرف هذه الرسوم باسم عنصر المنظر الطبيعى وهى عبارة عن رسوم لمناظر طبيعية من رسوم للعمائر والأشكال الآدمية والمراكب وذلك لتزيين الأسقف بالمنازل العثمانية مثل مناظر المراكب والمساجد بأسقف منزل المناديلى حيث استخدم الألوان من الزيتونى إلى الفيروزى والأرجوانى والأحمر والأخضر والأبيض بالإضافة إلى التشكيلات النباتية من أشجار السرو وفروع و أوراق نباتية من زهور اللاللا والزنبق والرومان .

(د) الزخرف الكتابية :

وقد نفذت العناصر الكتابية على أزار السقف بالحجرة الرئيسية بالطابق الأول بمنزل مكى وعلى دولاب الأغانى فى منزل الأمصيلى وعلى مداخل المنازل كما فى منزل الأمصيلى ومكى وذلك إما عن طريق تنفيذها بالحفر البارز أو بالألوان أو بالسدايب والحشوات المعشقة لوحة (١٢) وقد استخدموا شتى أنواع

الخط العربى ومن الخطوط التى شاعت النسخ والثلث و لكوفى والتوقيع و لرقعة والتعليق .

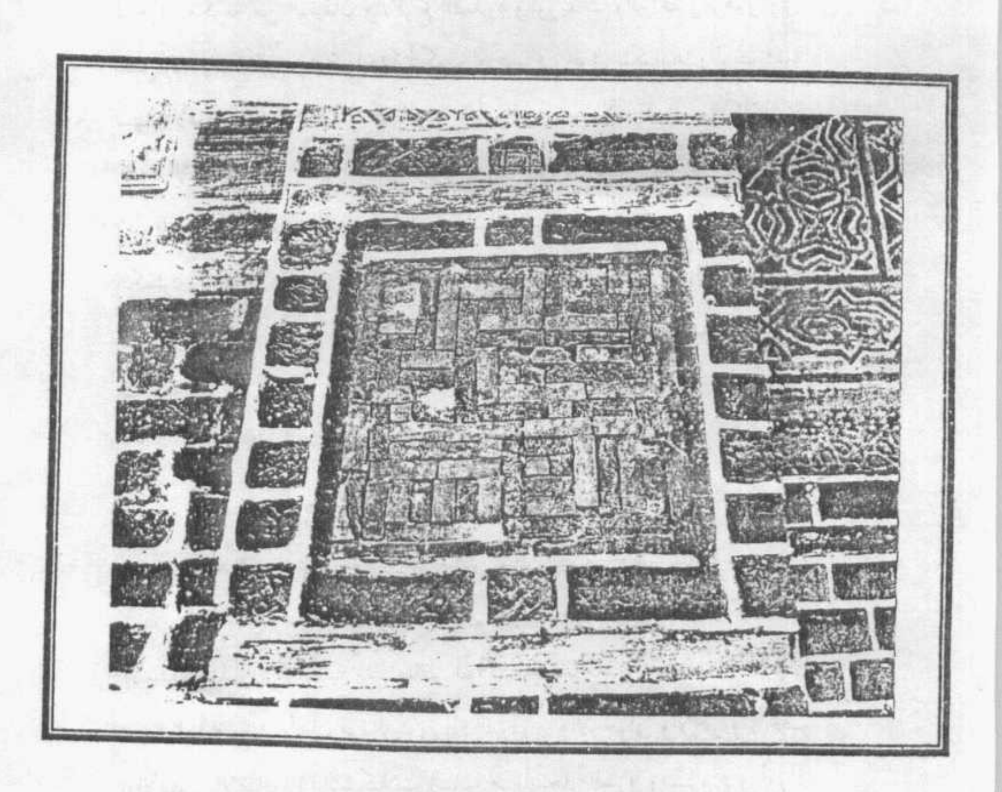
(و) زخارف الخرط :

وقد انتشرت العناصر المنفذة بالخرط على الشبابيك والمشربيات والرواشن وكان منها الخرط الميمونى المربع المائل والسداسى والفارع والصليبى والنصف صليبى والخرط الكنائسى والخرط العرنوسى والخرط المفوق المسدس (خاتم) أو الخرط المعقلى القائم والمائل والخرط لتسهريجى القائم. (لوحة ٧)

٢- زخارف الطوب المنجور :

تعتبر زخارف الطوب المنجور الموجودة بواجهات منازل رشيد من السمات المحلية اختصت بها منازل رشيد ضمن منازل الوجه البحرى حيث نفذت بتكوينات زخرفية ذات درجات لونية من الأحمر والأسود بالتبادل مع اللون الأبيض المكون من مونة حصية .

و تعتبر زخارف الطوب المنجور من الظواهر الزخرفية التى شاعت فى العصر العثمانى ففى العمائر المملوكية لوحظ وجود ظاهرة ما أطلق عليه بالأبلق وهى استخدام طبقات من الحجر ذات ألوان مختلفة بالتوازى وذلك فى الجمع بين الحجر الأبيض والأصفر أو الأبيض و الأحمر أو الأسود فى مداميك مساجد وواجهاتها وقد شاع استخدام الأبيض و الأحمر لتوفرهما فى مصر وقد وردت فى ثنايا الوثائق تسميات أخرى لطريقة الأبلق فى العمائر فقد أطلق عليها مبانى مشهرة بالحجر الأبيض والأحمر وقد حاول المعمار أن يكسب بعض مبانى القاهرة فى العصر العثمانى مظهر النظام الأبلق فعمد إلى طلاء الواجهات باللون الأبيض و



صورة رقم (١٢) الكتابات الموجودة بمدخل منزل الأمصيلى

الأسود والأحمر .

ونظر لعدم توفر محاجر الحجر الجيرى بالوجه البحرى وتوفر الرواسب الطينية لصناعة الطوب مما دفع المعمارى إلى استغلال الخامات المحلية من الطوب واستغلال ألوان من أحمر و أسود للحصول على تشكيلات زخرفية وقد تمثلت معظم الزخارف التى نفذت بالطوب المنجور الأحمر و الأسود فى الزخارف الهندسية والكتابات كما يلى :

أ. **الزخارف الهندسية :**

وقد تمثلت العناصر الزخرفية والهندسية فى الأشكال النجمية السداسية التى يحيط بها ستة مسدسات (دقماق) وستة معينات بالتبادل وقد زينت تلك الأشكال عقد مدخل منزل المناديلى و مدخل وكالة علوان واعلى مخزن ثابت لوحة (٨) وقد طور العرب هذه الأشكال وابتكروا فيها من الفن الساسانى والفن البيزنطى قبل الإسلام و أول ظهور لهذه الأشكال كانت على التحف التطبيقية قبل ظهورها على العمائر ووردت على الحليات فى العمائر الأيوبية والمملوكية والبحرية كما وجدت الأشكال النجمية السداسية المحاطة بالأذرع المعقوفة وكذلك الأشكال السداسية التى يحيط بها مثلثان متقاطعان متحادلان يمثلان شكلا سداسيا وذلك فوق عقد مدخل منزل مكى كما وجد مثال آخر مماثل فوق عقد مدخل منزل عصفور ولكنه مكون من نجوم سداسية محاطة بأذرع معقوفة كما نفذت الأشكال المتدرجة (الشمعدان) بمدخل منزل رمضان وعربكلى والبقرولى .

بالإضافة إلى أشكال المفاريك والخطوط المنكسرة حول أشكال مسدسة متكررة ومتصلة بالإضافة إلى الإطارات المتعرجة هذا إلى جانب الخطوط الإشعاعية التى تتوج العقود والفتحات مماثلة لأشكال الصنجات الحجرية

والرخامية ولكنها هنا منفذة بالطوب المنجور .

ب. الكتابات :

والزخارف الخطية والكتابات على الأبنية لم يكن المقصود منها إثبات صاحب التحفة أو مؤسس النباء وتاريخه والتبرك ببعض الآيات القرآنية أو العبارات المألوفة بل إن الفنانين المسلمين اتخذوا الكتابة عنصرا حقيقيا من عناصر الزخرفة وهو ما وجد بمدخل منزل الأمصيلى حيث نفذت الكتابات بالطوب المنجور الأسود مع قطع الفخار بالخط الكوفى المربع ، الجانب الأيمن به بكتابة نصها محمد رسول الله ، والخط الكوفى المربع وهو هندسى الشكل قائم الزوايا أما المربع الثانى فقد ضم طبق نجمى منفذ به مادة الفخار متناوبة مع الطوب المنجور الأسود وقد عرفت مدينة رشيد صناعة الفخار .

٣- الزخارف الجصية :

استخدم الجص لتغطية مادة البناء فطبيعة البناء بالآجر لا تنتج منظرا جميلاً للمبانى و لهذا كسيت الواجهات بكسوة من الجص مزخرفة بأسلوب العجائن الملونة الحمراء والسوداء تقليداً لزخارف الطوب المنجور المنفذة باللون الأحمر والأسود وهو ما قد يكون تقليدا أيضا ملئ العجائن الملونة فى الرخام وهو ما شاع فى العصر العثمانى أيضا حيث يتم حفر الكتابات على الرخام ثم ملئ هذه الحفر بمعجون ملون أو الزخرفة بالحفر المباشر على الجدران.

ومن المعروف أن استعمال الجص فى زخرفة الأبنية الدينية والمدنية قد شاع فى مدينة سامرا منقولة من الطراز الساسانى إلى الطراز العربى ومنقولة من مدينة سامرا إلى مصر حيث سادت بها تلك الزخارف واكتسبت طابعا محليا

وكانت طريقة التنفيذ عن طريق فرد طبقة الجص على العقود وبواطنها وترسم عليها التشبيكات والزخارف النباتية ثم تحفر الأرضية على الزوايا والأشكال المطلوبة لتبدو الرسوم على السطح البارز واضحة (لوحة رقم ٩).

وتظهر أمثلة فى قطع من الجص عثر عليها فى الفسطاط وتسمى بالمفروكة فى الاصطلاح المعمارى الدارج .

ولم يستخدم العثمانيون الزخارف الجصية التى تمثل المخلوقات الحية فى تحلية القاعات الملحقة بالمساجد وفى المنازل ربما لأسباب دينية بل تنوعت الزخارف الهندسية والكتابية المنفذة بالجص سواء على مداخل عمائر رشيد الدينية والمدنية وكان قوام تشكيلها الأشكال النجمية الثمانية الأضلاع (الأطباق النجمية) والنجوم الثمانية التى تحوطها بأذرع معقوفة الشكل تماثل شكل الترس بالإضافة إلى النجوم السداسية والمحاطة بأشكال المسدس دقماق بالاشتراك مع أشكال اللوزات (لوحة ١٠) وأيضا أشكال سداسية تماثل عشوش النحل ومن تلك التكوينات أيضا أشكال المعينات هذا بالإضافة إلى الإطارات المتعرجة المكونة من الأشكال المجدولة والخطوط المتعرجة وقد وجدت أيضا نجوم سداسية محاطة بكندات اعلى مداخل منزلى القناديلى وحسيبة غزال .

هذا بالإضافة إلى أنصاف النجوم الثمانية التى تحصر فيما بينها نجوم رباعية وذلك مع وجود أشكال الشمعدان .

كما نفذت الزخارف الكتابية على أرضية من الجص فقط بطريقة الحفر عن طريق إضافة العجائن الملونة مثل مدخل ضريح مسجد العباس والمحلى وقد نفذت بالخط الكوفى المربع القائم.

أولاً مونة الجير Lime mortar

تعتبر مونة الجير من المونات التى استخدمت على نطاق واسع فى تشييد المبانى الأثرية سواء كمادة رابطة بين مداميك الطوب أو تغطيتها للحصول على سطح مستوى ذو مظهر جمالى .

وتعتبر مونة الجير مونة البناء الرئيسية لمبانى رشيد فقد استخدمت إمـــا كمادة رابطة لمداميك الطوب فى الأساسات وكذلك فى عمل طبقـــة الظهـــاره لتغطية الحوائط المبنية من الطوب المحروق علاوة على اســـتخدامها فى العناصـــر الزخرفية الموجودة داخل وخارج منازل رشيد وهى الزخارف الجصية البيضـــاء والملونة فى واجهات منزل الأمصيلى ومنزل حسيبة غزال ومنزل البقـــرولى أو فى تثبيت زخارف الطوب المنجور الموجودة بمنزل مكى ومنزل عربكلـــى وعلـــون بالإضافة إلى استخدامها ضمن مكونات المونة التى استخدمت فى المقرنصـــات والزخارف الجصية بالحمامات وعلى ذلك فقد لوحظ أن مونة الجير تعتبر المونة الرئيسية التى استخدمت فى العناصر المعمارية والزخرفية لمبانى رشيد لـــذا فقـــد وجبت دراستها دراسة علمية من خلال التعرف على مكوناتها الأساسية (المواد الخام) وخواصها الفيزيوميكانيكية والكيميائية والطـــرق العلميـــة لتحضـــيرها وتجهيزها واهم العوامل التى تؤثر فيها وكيفية تحسين خواصها لتتوافق وتلائم مواد البناء التى استخدمت فى تشييد مبانى رشيد وسوف يتم تناولها بمزيد من التفصيل والإيضاح لفهم طبيعتها وكيفية تناولها وتحسينا لخواصها:

(أ) الرمل Sand

وهو مادة تنتج من تفكك الصخور ولذلك يطلق لفظ رمل على كـــل صخر مفكك أو غير متماسك يختلف قطر حبيباته من ٢مم إلى $\frac{١}{١٦}$ مم ويصنف عادة إلى رمل خشن ورمل متوسط ورمل دقيق ، ويبين جدول (١) تصـــنيف

الرمل وقطر حبيباته

اسم الصخر	قطر الحبيبات
رمل خشن جدا	٢–١
رمل خشن	١–٠,٥
رمل متوسط	٠,٥–٠,٢٥
رمل ناعم	٠,٢٥–٠,١٢٥
رمل ناعم جدا	٠,١٢٥–٠,٠٦٢٥

يتغير لون الرمل من الأبيض إلى الأصفر إلى الحمرة إلى الأسود وذلك تبعا لنوعيات الشوائب الداخلة فى تركيبه و أهمها معادن الهيماتيت والماجنيت و معدن المونازيت الذى يعطيه اللون الأسود Black sand ويوجد غالبا فى هذه الرمال السوداء بعض المعادن التى تحتوى على العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم.

وتوجد الرمال فى مصر موزعة فى مساحات كبيرة جدا بجميع الصحارى المصرية وخاصة الصحراء الغربية والجزء الشمالى من الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء كما يوجد بشواطئ البحار والأنهار والرمل الآتى من الصحراء يكون اكثر نقاءاً من سائر الرمال .

التركيب الكيميائى للرمل Chemical Composition of Sand

يختلف التركيب الكيميائى للرمل وذلك تبعا لمصدره واماكن وجوده والشوائب الموجودة به وهو يتركب بصفة عامة من ثانى اكسيد السليكون SiO_2 فى صورة معدن الكوارتز وقد يتواجد معه بعض معادن الطين واكاسيد الحديد مثل معادن الهمياتيت والليمونيت Hematite, Limonite والتى

توجد فى معظم الرمال بنسب مختلفة كما قد يوجد بيريت الحديد Iron pyrites بصورة نادرة وقد يوجد معدن الماركزيت $Fe\ S_2$ فى صورة كبريتيد حديد كما قد يوجد به بعض المواد العضوية وكذلك كربونات الكالسيوم وبعض الأملاح.

وقد قام عبد الرازق (١٩٨٠) بتحليل عينة من الرمال المستخدمة بمحاجر شركة الطوب الرملى الجيرى وقد وجد أن تركيبها الكيميائى كما هو مبين بجدول (٢)

التركيب الكيميائى لعينة رمل جمعت من محاجر شركة الطوب الرملى والجيرى

Oxide content

SiO2	Al2O3	Fe2O3	TiO2	CaO	MgO	Na2O	K2O	SO3	L.O.L	TO taL
93.56	1.68	2.30	0.20	0.79	0.09	0.41	0.36	-	0.44	99.83

المواصفات الواجب توافرها فى الرمل المستخدم فى مون المبانى :

١ - يجب أن يكون خالى من الشوائب الضارة حيث أن هذه المواد الضارة تعمل على تأخير زمن شك المونة كما أنها تؤثر على تصلب وقوة تحمل ومظهر المونة ومنها مركبات الحديد مثل الهيماتيت Hematite والذى يعطى مظهر المونة البنى المائل للاحمرار وبيريت الحديد Iron pyrite بالإضافة إلى المركزيت Marcasite حيث ينتج عنه صبغات بعد ذلك بالإضافة إلى المواد الطينية أو الأصداف البحرية أو المواد الرخوة ويجب ان لاتتعدى كمية الطين والمواد الناعمة عن ٥ ٪ بالوزن ، والشوائب العضوية يجب أن يكون خاليا منها ، أما كمية الأملاح و أهمها أملاح الكلوريدات والكبريتات فيجب أن لا تزيد كميتها عن ١ ٪ بالوزن

٢ – حاد الأحرف والزاويا

٣ – له صرير عند الفرك باليد

٤ – متدرجا متفقا مع المواصفات القياسية المصرية كما هو مبين بجدول (٣)

٥ – حرشا

الجدول رقم (٣) النسبة المئوية لحبيبات رمل المون المارة من المناخل القياسية

المناخل القياسية		النسبة المئوية بالوزن المارة من المنخل القياسى		
العرض الاسمى للفتحة (مم)	رقم المنخل	رمل مون البياض		رمل مونة ربط الطوب والحجارة
		أعمال الطرطشة والبطانة	أعمال الظهارة	
٤,٣٦	١٩	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢,٨٣	٢٢	٩٠–٠٠	١٠٠	٩٠–١٠٠
١,٤١	٢٦	٧٠–٠٠	٩٠–١٠٠	٧٠–١٠٠
٠,٧٠٧	٣٠	٤٠–٨٠	٥٥–١٠٠	٤٠–١٠٠
٠,٣٥٤	٣٤	٥–٤٠	٥–٥٠	٥–٧٠
٠,١٧٧	٣٨	٠–١٠	٠–١٠	٠–١٥

اختبارات الرمال المستخدمة فى المون :

وتجرى هذه الاختبارات للتأكد من صلاحية الرمل لاستخدامه فى المون وتتميز هذه الاختبارات ببساطتها ونتيجتها المؤثرة فى اختيار النوعيات الجيدة من الرمال ومن هذه الاختبارات :

١ – وضع كمية من الماء مع كمية من الرمل بنسبة ١:١ ورجهما بشدة وتركهما لمدة ٣ساعات ومراجعة سمك الطبقة المرسبة على الرمل إذا كانت أقل من ٦٪ وبحد أقصى ٧ ٪ كان الرمل صالحا للاستعمال حيث أن نسبة الشوائب يجب ألا تزيد عن ٣ ٪

٢- وضع كمية من الصودا الكاوية بنسبة محلول قوته ٣ ٪ وتركها بعد تقلبيها ٢٤ ساعة ومعاينة لون المحلول فإذا كان لون المحلول أصفر فاتح أو أصفر باهت يكون الرمل خال من المواد العضوية فإذا كان أسمر أو أسود لا يستعمل فى المون

٣- يجب أن لا يترك أثرا عند غسيله بالماء ثم نشره على قماش أبيض.

الجير Lime

يعتبر الجير من المواد التى لعبت دورا هاما فى تاريخ الجنس البشرى ومازالت مستمرة حتى اليوم فى القيام بدورها فى النشاطات المختلفة للإنسان وبخاصة صناعة مواد البناء حيث يتم إنتاجه عن طريق عملية التكليس Calcining لكربونات لكالسيوم (الحجر الجيرى – الطباشير – المحار) وذلك باتباع نفس الأساس العلمى والتكنولوجى القديم .

والمواد الطبيعية المحتوية على كربونات الكالسيوم تعتبر شائعة حيث يعتبر الكالسيوم العنصر الخامس الشائع بعد الأوكسجين والسليكون والألومنيوم والحديد فى القشرة الأرضية.

المواد الخام لإنتاج الجير Raw materials for lime production

ينتج الجير عن طريق عملية التكليس Calcining لبعض أشكال كربونات الكالسيوم (او كربونات الكالسيوم و الماغنسيوم) ويختلف التركيب الكيميائى للأحجار الجيرية على حسب ظروف الترسيب وتتحكم عوامل كثيرة فى ملائمة رواسب الحجر الجيرى لإنتاج الجير منها :

١- نسبة التركيب الكيميائى

٢- الكميات المناسبة للإنتاج

حيث يتكون معظم الحجر الجيرى الصالح لإنتاج الجير من نسبة كالسيوم عالية حيث يحتوى على كربونات كالسيوم بنسبة تتراوح من ٩٠ – ٩٦ ٪ بالإضافة إلى بعض الشوائب وفيما يلى تكوين الحجر الجيرى المستخدم لإنتاج الجير فى الولايات المتحدة الأمريكية جدول (٤).

جدول (٤)

Silica SiO_2	0.10-2.89 %
Alumina Al_2O_3	0.13-0.92 %
Ironoxide Fe_2O_3	
Potash K_2O	0.00-0.21 %
Soda Na_2O	0.00-0.16 %
Sulphate SO_3	0.00-0.05 %
Magnesia MgO	0.12-3.11 %

وهذا التكوين يعطى جير عالى نسبة الكالسيوم فيه وممكن أن تختلف هذه النسبة من منطقة إلى أخرى

حرق الحجر الجيرى Burning of Limestone

يتم حرق الحجر الجيرى إما فى قمائن حرق متقطع Intermittent Kilns أو مستمرة Continuos Kilns ويراعى أن يتم الحرق بصورة تدريجية وليست فجائية لكى يتم طرد ثانى أكسيد الكربون والرطوبة بسرعة ويكون الحرق كاملا حتى لا تبقى كتل بدون عملية حرق وبالتالى لا تطفى بعد ذلك وتسمى هذه الكتل Dead burnt

وتتم عملية الحرق عند درجة حرارة عالية ٩٠٠ °م — ١١٠٠ °م حيث يطرد ثانى أكسيد الكربون كغاز تبعاً للمعادلة الآتية :

$$CaCO_3\ (+MgCO_3) \xrightarrow{Heat} CaO\ (+MgO) + CO_2$$

ويسمى الناتج الجير الحى Quick lime وهو يتكون أساسا من أكسيد الكالسيوم أو أكسيد الكالسيوم و أكسيد الماغنسيوم القابل للإماهة وينتج من كلسنة الحجر الجيرى والأخير يتكون أساسا من كربونات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم و الماغنسيوم ، والمستخدم لهذه الأغراض لابد أن يحتوى على نسبة عالية من الكالسيوم تتراوح من ٥ — ٥ ٪ كربونات ماغنسيوم أو عالى الماغنسيوم إذا تتراوح من ٥ - ٣٥ ٪ كربونات ماغنسيوم .

عملية إطفاء الجير الحى Slaking

عند تعرض الجير الحى **Quick lime** إلى الرطوبة الجوية يتحول إلى الجير المطفأ **Slaked lime** وهذه التطفية الطبيعية تسمى التطفية الهوائية **Air slaking** والتى تحدث ببطء حيث أن إضافة الماء تحول أكسيد الكالسيوم إلى هيدروكسيد الكالسيوم كما فى المعادلة الآتية

$$\underset{\text{Quick lime}}{CaO} + \underset{\text{Water}}{H_2o} \longrightarrow \underset{\text{Calcium Hydrate (Calcium Hydroxide)}}{Ca(OH)_2}$$

وهذه الإضافة تعتمد على الخبرة لتقدير كمية المياه المضافة وتتم عملية التطفية عن طريق وضع كمية من المياه تعادل حوالى ٢,٥ — ٣ مرات حجم كمية الجير الحى المراد تطفيتها وذلك إذا أريد الحصول على عجينه الجير ويجب إحضار كتل الجير **Lumps** المراد تطفيتها طازجة حيث يتم إضافة الجير بو سطة

بحرفة الماء وذلك لحدوث تفاعل بين الماء والجير الحى يرفع درجة حرارة الماء إلى نقطة الغليان وهذه العملية يجب أن تتم ببطء وان تحمى الأيدى والعين بقفازات وان يضاف المزيد من الماء لمنع تكتل الجير وللتأكد من عملية التطفيــة الكاملــة لحبيبات الجير .

وإذا تمت التطفية للجير فى أقل من ٥ دقائق فإن الجير يكــون ســريع التطفية Quick slaking أما من ٥ – ٣٠ دقيقة فيكون متوسط التطفيــة Medium slaking أما اكثر من ٣٠ دقيقة فيكون بطئ التطفية Slow slaking ولأجراء عملية التطفية للجير بسرعة يضاف الجير إلى الماء ولــيس العكس و الجير المتوسط التطفية يضاف الماء إلى الجير وعند بدء عملية التبخــر يضاف قليل من الماء بحيث تغطى سطح الجير بحوالى ١٠سم ثم التغطية وعزله عن الهواء حتى لا يتفاعل مع CO_2 الموجود فى الجــو ويتحــول هيدروكســيد الكالسيوم (ماء الجير) Lime water إلى كربونات الكالسيوم .

التركيب الكيميائى للجير Chemical Composition of Lime

نظرا لتكون الجير نتيجة حرق الأحجار الجيرية لذا يتــأثر التركيــب الكيميائى للجير تبعا لنوعية الأحجار الجيرية المستخدمة كمادة خــام للجــير وتركيبها الكيميائى ومقدار الشوائب الموجودة بها ويبين الجدول الآتى التركيب الكيميائى للجير الحى والجير المطفأ لنوع الجير العادى غير الدسم والجير الدســم "السلطانى" وهو ما ورد فى اشتراطات المواصــفات القياســية المصــرية ٥٨٤ /١٩٧٩ م للجير الحى و الجير المطفأ (جدول ٥) .

جدول (٥) التركيب الكيميائى للجير تبعاً لنوعيته :

التركيب الكيميائى	الجير الحى		الجير المطفأ	
	جير حى دسم	جير حى غير دسم	جير مطفأ دسم	جير مطفأ غير دسم
نسبة أكسيد الكالسيوم	لا تقل عن ٨٥ ٪	لا تقل عن ٧٠ ٪	لا تقل عن ٦٥ ٪	لا تقل عن ٥٢ ٪
نسبة أكسيد الماغنسيوم	لا تزيد عن ٣ ٪	لا تزيد عن ٥ ٪	لا تزيد عن ٢.٥ ٪	لا تزيد عن ٤ ٪
الفقد بالحرق	لا تزيد عن ٥ ٪ كتل ٧ ٪ مسحوق	لا تزيد عن ٥ ٪ كتل ٧ ٪ مسحوق		
نسبة ثانى أكسيد الكربون	لا تزيد عن ٧ ٪	لا تزيد عن ٧ ٪	لا تزيد عن ٥ ٪	لا تزيد عن ٥ ٪
نسبة المواد القابلة للذوبان وأكسيدى الحديد والألومنيوم	لا تزيد عن ٥ ٪	لا تزيد عن ١٠ ٪	لا تزيد عن ٤ ٪	لا تزيد عن ٨ ٪

كما يختلف التركيب الكيميائى للجير تبعا لنوعيته فالجير العادى المسمى بالبلدى يكون مقدار أكسيد الكالسيوم فيه حوالى ٨٠ ٪ و النسبة الباقية شوائب مثل سليكات الألومنيوم أما الجير الدلوميتى فيحتوى على نسبة عالية من الماغنسيوم أما الجير الهيدروليكى فإنه يحتوى على نسبة عالية من الطفلة تصل إلى ٣٠ ٪ ووجود السليكا والألومنيوم يحسنان خواص هذه الجير أما وجود أكسيد الحديد والمنجنيز فيضعفان هذه الخواص ولذلك فإن نسبة السليكا فى الجير بتفاوتها فيه يتفاوت مقدار صلابته .

وقد قام عبد الرازق ١٩٨٠ بتحليل عينات من الجير مختلفة المصادر للتعرف على التركيب الكيميائى لها جدول (٦)

جدول (٦) بتحليل الكيميائى لثلاثة أنواع من الجير :

Type of lime	Oxide content										
	SiO_2	Al_2O_3	F_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2	K_2O	SO_3	L.C.I	Total
Helwan	17.04	4.21	1.71	0.12	69.93	2.34	3.24	0.42	-	1.23	100.15
El-Basatein	3.68	0.57	0.60	0.18	62.06	0.18	3.88	0.12	-	28.89	100.16
El-Kabbary	3.46	0.82	0.55	0.18	65.96	0.19	2.50	0.12	-	26.03	99.81

الخواص الفيزيائية للجير Physical properties of lime

النعومة : بالنسبة للجير المطفأ لا تزيد نسبة المتبقى من الجير عند نخلـه على منخل رقم ٣٧ مقاس فتحته ٠,٢١ مللى على ٥ ٪ بالوزن ولا يزيد المتبقى من الجير عند نخله على منخل رقم ٤٢ مقاس فتحته ٠,٠٨٨ مللى علـى ٧ ٪ بالوزن وفى حالة الجير المخصوص لأعمال الضهاره والبياض على ٣ ٪ عند نخله على منخل رقم ٣٧ مقاس فتحته ٠,٢١ مللى على منخل ٤٢ مقـاس فتحتـه ٠,٠٨٨ مللى عند ٥ ٪ بالوزن

والمتخلف بعد الإطفاء : بالنسبة للجير الحى لا يزيد المتبقى من الجير على منخل رقم ٢٩ مقاس فتحته ٠,٨٥٣ مللى على ٣ ٪ ، و لا يزيد المتبقى من الجير على منخل رقم ٣٥ مقاس فتحته ٠,٢٩٥ مللـى علـى ٥ ٪ وللجـير المخصوص للضهارة والبياض لا يزيد للجير الحى على منخل رقم ٢٩ مقـاس ٠,٨٥٣ مللى على ٣ ٪ بالوزن على منخل رقم ٣٥ مقاس ٠,٢٩٥ مللى على ٥ ٪ بالوزن .

الناتج الحجمى : لا يقل الناتج الحجمى للجير الحى على ١,٧ سم^{٣} / جم بعد الإطفاء ولا يقل للجير المخصوص الحى عن ١,٧ سم^{٣} بعد الإطفاء .

القابلية للتشغيل : فى حالة الجير الحى لا تقل عن ١٣ صدمة ليصبح قطر العجينة ١٩ سم وفى حالة الجير المطفأ لا يقل عن ١٠ صدمة ليصبح قطر العجينة ١٩ سم فى حالة الجير المخصوص .

الثبات : فى حالة الجير المطفأ لا يزيد التمدد على ١٠ مللى وكـذلك الجير المخصوص فعند إضافة الجير الحى فإنه يتمدد ويزيد حجمه بمقدار ثـلاث مرات وهذا التغير يكون تدريجيا وقد يأخذ عدة أيام .

الثقل النوعي : للجير من ٢,٥ – ٢,٨ كجم /سم^٣ وهى تختلف من نوع لآخر.

الخواص الكيميائية Chemical properties of lime

ومن أهم هذه الخواص :

١- يبطئ الجو البارد معدل تصلب الجير ولذلك فالجير الضـعيف غـير مناسب للاستخدام فى الأجواء الرطبة Wet conditions

٢- يعتبر الجير مادة قلوية تتحد مع الأحماض لإنتاج أملاح الكالسيوم.

٣- يمتص بسرعة الغازات الحمضية منها CO_2 & SO_2

٤- يتفاعل كيميائيا مع السليكا وبعض السليكات الطبيعية لإنتاج عوامل هيدروسـليكاتية كلسـية Calcium hydrosilicate cementing agents ويكون فى ضغط بخارى عالى منتجا طوب سليكات الكالسيوم .

٥- عند إضافة كمية كبيرة من الماء لإعطاء معلق فى الماء يسمى لبن الجير Milk of lime فإن الحرارة المنبعثة فى التطفيـة تكـون حـوالى 836kj/kg (200kcal/kg)

٦- تمتص الاحجار ثانى أكسيد الكربون والرطوبة (الماء) مـن الهـواء و لتحليل عينة يمكن وضعها فى زجاجات ذات أغطية عقب إخراجها من القمينة مباشرة ويمكن أن يعرف الجير تام الحريق بمقدار ما يتخلف فيه من ثانى أكسيد الكربون كما أن الهيدروليكية تعرف بمقدار السـليكا الموجودة به.

الخواص الميكانيكية للجير Mechanical properties of lime

تعتبر الخواص الميكانيكية للجير مختلفة إلى حد ما عن الأسمنت فالجير لا يعطى متانة strength ومقاومة ضغط مثل الأسمنت بالرغم مـــن أن بعـــض أنواعه وهى الاحجار العالية الهيدروليكية تعطى متانة عالية إلا أن هناك عوامـــل كثيرة تتحكم فى إعطاء القوة المطلوبة للجير منها طريقة إعداده وتطفيته حيث أن إعطاء كميات كبيرة من المياه للتطفية قد تؤثر على الخواص الهيدروليكية للجير بالإضافة إلى الظروف التى تتحكم فى عملية الكربنة Carbonation .

أنواع الجير Types of lime

توجد أنواع عديدة من الجير وهى إما مقسمة على حسب نوعية الحجر الجيرى المصنعة منها إلى :

- الجير الطباشيرى Chalk Lime وهو الجير الناتج مـــن حـــرق الطباشير وربما يكون عديم أو متوسط الهيدروليكية .
- الجير الدلوميتى Dolomitic Lime وهو الجير الناتج من حرق الأحجار الجيرية الدلوميتية والتى تحتوى على نسبة عالية من الماغنسيوم .
- الجيرى الرمادى Grey lime وهو الجير النـــاتج مـــن حـــرق الطباشير المحتوى على نسبة عالية من السليكا والالومينا ويكون متوسط الهيدروليكية .
- الجيرى الكلسى High Calcium Lime وهو الجير الناتج من حرق الحجر الجيرى النقى

أو مقسم على حسب طريقة التحضر إلى :

- جير حى Quick Lime

• جير مطفأ Slaked Lime أو قد يعـرف بـالجير المتميـئ Hydrated وهو المحضر بإضافة الماء إلى الجير الحى

أو يقسم على حسب الخاصية الهيدروليكية للجير وذلك لوجود السليكا والالومنيا (الطفلة) بنسبة مختلفة تتراوح من ١٥ — ٣٠ ٪ من الطفلة وهذا الجير الهيدروليكى إما ينتج طبيعيا بحرق الحجر الجيرى غير النقى أو صـناعيا عـن طريق تكليس خليط من الحجر الجيرى والطفلة بنسبة صحيحة لا تزيد عن ٣٠ ٪ من الطفلة فإذا كان الحجر الجيرى ناعما يحول إلى بودرة ويخلط مع كمية الطفلة ويحرق فى القمائن أما إذا كان صلب فيحرق أولا ويطفى ثم يخلط مع الطفلـة ويعاد حرقهما ، والجير المحروق مرتين يسمى Twice Kilned Lime ثم يعاد تطفيته وينخل ويجهز قبل استعماله .

تتخلص أنواع الجير تبعا للهيدروليكية إلى :

١ - الجير ضعيف الهيدروليكية Non hydraulic lime يشـك هذا الجير فى الماء فى مدة من ٩ — ١٥ يوما ويكون به ٩٠ جـزء جير ، ١٠ أجزاء سليكا والومينا .

٢ - الجير متوسط الهيدروليكية Semi-hydraulic lime وهـو يشك فى الماء فى مدة من ٦ — ٩ أيام ويكون به ٨٠ جزء جير ، ٢٠ جزء سليكا والومينا .

٣ - الجير العالى الهيدروليكية High hydraulic lime يشك فى الماء فى مدة من ٢ — ٦ أيام ويكون به ٧٠ جزء جير ، ٣٠ جزء سليكا والومينا ويكون شديد الصلابة من ١ — ٦ شهور ويمتـاز بتصلبه فى الأجواء الرطبة .

عملية خلط الجير مع الرمل Mixing of lime with sand

تتم هذه العملية وذلك للحصول على مونة الجير Lime mortar والتي تتميز بسهولة استخدامها بعد عملية الخلط بوقت كاف وتختلف عملية الإضافة فطبقا للمواصفات الأمريكية ASTM يتم بعد الانتهاء من عملية التطفية للجير تمر العجينة من منخل ٢ مللى وتحفظ لمدة أسبوعين على الأقل ثم يضاف الرمل بأجزاء متساوية بالوزن إلى الجير والاحتفاظ بها لمدة أسبوعين وبعد ذلك يضاف كل أجزاء الرمل المطلوبة ويخزن لمدة ٢٤ ساعة على الأقل.

وقد أشار Ashurst (1990) إلى أنه من الأفضل بعد تطفية الجير تركه على الأقل مدة شهرين مع عزله عن الهواء الخارجى ثم خلطه مع الرمل وتركهما مدة طويلة وذلك لحدوث ترابط بين المادة الرابطة والمادة المالئة والركام مع حمايتهما أيضا من الهواء وقد يتم إضافة بعض المواد الإضافية بعد ذلك.

وتختلف نسبة الجير إلى الرمل على حسب الغرض منها وكذلك على نسبة المواد المضافة لتحسين خواص المونة وكذلك على نوعية الجير حيث يختلف حجمه بعد عملية التطفية حيث يزيد حجمه مرتين.

تصلب مونة الجير Hardening of lime mortar

بعد إضافة الجير إلى الرمل وتعريض الخليط للهواء تبدأ عملية التصلب للمونة مع حدوث انكماش فى حجمها يتفاوت على حسب مقدار الرمل المضاف إلى الجير وكذلك نسبة الماء المضافة ، مع الاتصال بين المونة والهواء يبدأ التفاعل بينهما حيث يتفاعل ثانى أكسيد الكربون مع بخار الماء حيث أن متانة المونة وتصلبها يتم ببطء جدا معتمدة على امتصاص CO_2 من الجو وتفاعله مع هيدروكسيد الكالسيوم لتحويله إلى كربونات الكالسيوم حسب المعادلة وتسمى

هذه العملية عملية الكربنه Carbonation process

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$$

والدراسات التى تمت بواسطة Sumanov et. Al (1995) على مكعبات من مونة الجير بينت أن عملية الكربنه تحدث بالأسطح الخارجية لمسافة عدة مليمترات بعد فترة علاج ٦٠ يوما لمونة الجير : الرمل ، ٢٨ يوما لخليط الرمل : الجير : الأسمنت وأن عملية الكربنه قد تأخذ فترة من ٣ – ٦ شهور لمكعب ٥٠ مللى وفى الواقع فمن الصعب التحكم فى عملية الكربنه حيث أنها تتأثر بالعديد من العوامل أهمها وجود الرطوبة والحرارة والتركيب المسامى ومعدل ثانى أكسيد الكربون وحجم المادة ودوره الهواء ودورات البلل والجفاف لذا فعملية الكربنه تتم ببطء جدا ففى الواقع تبين بعض التحاليل التى أجريت على المونة الرومانية والتى عمرها ٢٠٠٠ عام أنها لم تتكربن كلية .

وقد قام L. Sumanov (1995) و آخرون بتحليل العديد من عينات مونة الجير فى كنائس مقدونيا حيث وجد فى بعض العينات Calcium Hydroxide الحر .

أنواع مونات الجير Kinds of lime mortars

تختلف مونات الجير وذلك على حسب نسبة الجير ، الرمل وكذلك على حسب المواد المضافة إليهما وذلك على حسب الأماكن التى تستخدم فيها إما استخدامها كمونة ربط لمداميك الطوب فى الأساسات أو استخدامها فى الحوائط الخارجية أو الداخلية أو الأدوار العليا أو فى العناصر الزخرفية الفنية فى وجهات المنازل أو جدران المآذن أو فى تثبيت بلاطات القيشانى أو الرخام أو

زخارف الطوب المنجور.

وأهم أنواع مونات الجير هي:

١- مونة الجير العادى Ordinary lime mortar

٢- مونة االاساسات

٣- مونة الجدران

٤- مونة الخافقى

٥- المونة السوداء

١ – مونة الجير العادى Ordinary lime mortar

وهذه المونة العادية ظلت تستخدم على مدى العصور وحتى الآن وهى تتكون من الجير : الرمل بنسبة ١ : ٣ ونسبة مونة الجير العادى تعتمد علـى حجم عجينة الجير وليس على الكتل غير المتميئة Lumbs وذلك لان الجير قد يحتوى على ٣٣ ٪ فراغات وعند تطفيته يزيد حجمه مرتين لـذلك يصبـح ١,٣٣ لذا وجب اعتماد نسبة المونة على حجم الجير المطفأ .

ويمكن استخدام نوعية من الجير وهـو الجـير العـالى الهيدروليكيـة Hydraulic أو نصف الهيدروليكى Semi hydraulic وطبقا لدرجـة الهيدروليكية فإن الجير من هذا النوع يشبه تركيبه الكيميائى الأسمنت البورتلاندى والاختلاف الجوهرى بينهما أن الأسمنت البورتلاندى منتج صناعى ذو تكـوين متحكم فيه بعناية أما هذا الجير فطبيعى كما انه يمكن تعديله بإضـافة بعـض الأحجار الجيرية المختلفة إليه وتقرب متانة هذه المونة بعد عملية الكربنه لها من مونة الأسمنت .

٢– مونة الأساسات

تعمل مونة الأساسات وذلك لتقاوم رطوبة الأرض وهى تتكون من الجير مع إضافة الحمرة وهى ناتج سحق الشقافة و الطوب الأحمر أو الطين المكلس ويراعى عدم حرق الطين حرقا زائدا وتمز الحمرة قبل استعمالها بحيث تمر من المنخل سعه عيونه ملليمتران ويكون لونها احمر قاتما وخاليا من المواد الغريبة مع إضافة الرمل عليهما ويكون نسبتها ١ جير : ١,٥ حمره : ١,٥ رمل ، وقد يضاف عليها الطين حيث تكون نسبته مع الجير و الحمرة كالآتى :

١ جير : ٢ حمرة : ١ طين

٣– مونة الجدران

وهى مونة مكونة من الجير وتخلط مع الرمل أو مع الطين الحرارى أو مع القصرمل وهو الرماد الناشئ من حرق الزبالة فى الأفران ويتركب من السليكا والالومنيا و أكسيد الحديد و أكسيد المنجنيز وأملاح جيرية ، وبما أن الزبالة هى الأوساخ فيحتوى القصرمل على رماد مواد عضوية وطين محروق (مكلس) حيث يحتوى على الكثير من السليكا وتوجد منها أنواع كثيرة أهمها :

(أ) مونة مكونة من جزئيين من الجير : ٣ أجزاء من الرمل .

(ب) مونة مكونة من جزء من الجير + جزء من الطين الحرارى .

(جـ) مونة مكونة من ١ جزء من الجير + جزء من القصرمل + جزء من الرمل

٤– مونة الخافقى

وهى مونة مكونة من جزء من الحمرة وجزء من الزلط الذى قطره من ٢ – ٥ مللى والجير بشرط أن تكون هذه الأجزاء ممزوجة ببعضها مزجا تاما مع كمية الماء المناسبة وتستعمل هذه المونة فى طلاء جدران الصهاريج التى يراد تخزين

المياه بها وكذا المراحيض ولأجل الطلاء بها يجب تفريغ العراميس (لحامات البناء) لغاية ٢سم ثم يطلى سطح الحائط بهذه المونة باستعمال المحارة ويدلك بها دلكـــا جيدا مدة يومين ويعرف انتهاء عملية الدلك متى اسود لون المـــادة وظهـــر أن سطحها مندمج مصقول ثم تترك لمدة أسبوعين حتى تجف المونة فعند ذلك يطلى سطحها بالزيت الحار .

٥- مونة السوداء Black mortar

وهى من المونات الخاصة التى تستخدم لأغراض خاصة وهى تتكون من جير به نسبة الكالسيوم عالية أو الجير الهيدروليكى ومادة مالئة تتكون من مادة الكلنكر المحروقة مع الفحم والهباب ونفاية الوقود مع أو بدون الرمل حيث يخلط الجير مع المادة المالئة والماء على أن تكون المونة مكونة من أجزاء من عجينة الجير تخلط مع ما لا يقل عن جزأين ولا يزيد عن أربعة أجزاء من المادة المالئة بالحجم.

تأثير المواد المضافة على الخواص الفيزيوميكانيكية لمونة الجير

١- المواد البوزولانية Pozzolanic materials :

وهى مواد تضاف على الجير وتتفاعل معه فى وجود الماء لتكون مونـــة الجير وهى تنقسم إلى مواد بوزولانيـــة طبيعيـــة وصـــناعية Natural and Artificial Pozzolana

والمواد البوزولانية الطبيعية عبارة عن رماد بركانى يحتوى على حـــوالى ٨٠ ٪ طفلة مع جير ، ماغنسيوم ، أكسيد حديد ..الخ مختلفة النسب وهذه المواد خاصة بمنطقة البحر المتوسط وهى آتية من البراكين فى صورة صخور مثل صخر Tuffs, Trachyte, Diatomite and Pumice وعبـــارة المـــواد

البوزولانية آتيــة مــن بلــدة Pozzouli قــرب مــدينتى Naples, Vesuvius فى إيطاليا وقد استخدمت بكثرة خلال الفترة الرومانيــة لــذا انتشرت فى صناعة مواد البناء فى إيطاليا ومنطقة البحر المتوسط وهــذه المــواد تركيبها زجاجى غير ثابت وهى تتفاعل مع الجير لإنتاج :

Calcium aluminate hydrate and calcium silicate hydrate

حيث تخلط بنسبة ١ : ٢ أو ١:١ مع الجير .

كما يمكــن إنتــاج المــواد البوزولانيــة صــناعيا Artificial pozzolanas عن طريق طحن البودرة الدقيقة من البلاطــات المكســورة والفخار والمحار والطوب والخبث لتكوين مونة تشبه الحمرة فى مصر والســرخى Surkhi فى الهند حيث تحرق الطفلة عند درجة حرارة حوالى ٨٥٠ °م ثم تبرد وتطحن حيث تكون جاهزة للاستخدام .

وقد قام Ersen A. et. Al (1995) بإجراء أبحاث على مونــة خراسان Khorasan mortar وذلك مع استخدام مونة الجــير المضــاف عليها مواد بوزولانية Pozzolanic وهى بودرة حجر الخفاف pumice والرمل وقد استخدمت خلال العصرين البيزنطى والعثمانى حيث تم عمل مونات حديثة أضيفت عليها بودرة حجر الخفاف وقد صمم الحجم الكلى للركام بنسبة ٢,١٨ — ٢,٨٩ جم /سم٣ بحيث يكون مضاعف لحجم الجير المطفى مع وجود عينة مرجعية من مونة الجير والرمل حيث لاحظ أن Ground pumice قد قلل من قابلية التشغيل للعينات وكذلك المسامية وكان امتصاص الماء للعينــات حوالى ٢٣ ٪ أما بالنسبة للخواص الميكانيكية فقد زادت خاصية مقاومة الضغط حوالى ١٧-٣٢ ٪ وبعد عامين زادت من ٤٤٪ — ١٢٠ ٪ نســبيا بالمقارنــة بالعينات المرجعية أما الزيادة فى خاصية الثنى فتبدو أقل.

كما قام Tiayu Ma.1995 بتجارب علــى مونــات مختلفــة

الإضافات ومنها المواد البوزولانية حيث وجد أن الركام ومنه الرمل وحجـــر الخفاف وبودرة الطوب تؤثر فى مسامية ونفاذية الهواء للركام فى المونة.

وقد أشـــار (Karaveziroglau M. 1985) إلى أن المونـــات البيزنطية والرومانية والتى استخدم فيها مواد بوزولانية وبودرة الطوب لها متانة عالية بالرغم من مرور مئات السنين .

٢ – المواد الملونة :

تخضع إضافة المواد الملونة للمونة تبعا للمواصفات القياسية البريطانيـــة BS1014 وذلك لأن زيادة نسبتها تؤثر على متانة الرابطة فى المونة وبالتالى على خصائصها الميكانيكية وقوة تحملها لذا لابد أن لا تزيد نسبتها عـــن ١٠ ٪ من وزن المادة الرابطة أما بالنسبة للأسود الكربونى فيجب أن لا تزيد نسبته عن ٣ ٪ .

٣– المواد العضوية

تؤثر المواد العضوية على مونة الجير وذلك لأنها قد تؤدى إلى ســـحب الهواء air entrained مما يعطى للمونة تشغيل جيد وقد حـــدث بصـــورة طارئة فى العصور الوسطى فى أوربا استخدام بياض البيض مع مونة الجير ذلـــك لإعطاء تأثير ساحب للهواء إلا أن وجود هذه الفقاعات الهوائية داخـــل المونـــة يضعفها.

وقد قام (Ersen A. 1995) بإجراء دراسات على مونة الجـــير وعليها إضافات عضوية ممثلة فى ألياف الكتان حوالى ٢ ٪ بالوزن حيث قللـــت من قابلية التشغيل للمونة كما زادت قيم مقاومة الضغط وكذلك متانة المونة كما

قام (Tiayu Ma. 1995) أيضا بإضافة ألياف الكتان ورماد الفحـــم إلى المونة حيث أثر على نفاذية الهواء وعلى التركيب المسامى للمونة ولكنها تعمـــل على انخفاض قيم مقاومة الضغط .

٤ – تأثير الشوائب Effects of impurities

تحتوى المواد الخام المستخدمة فى مونة الجير وهى الرمل والجير بالإضافة إلى المواد الأخرى المضافة على بعض الشوائب فالرمل المستخدم فى مونة البنـــاء يحتوى على العديد من الشوائب من أهمها الأملاح Salts أهمها كبريتـــات الحديد Maracasite Fe_2S_3 Iron sulphide حيث يعطى صـــبغات للمونة كما أن رمال البحار تحتوى على العديـــد مـــن أمـــلاح الكلوريـــدات والكبريتات تعمل على تزهر المونة Efflorescence .

كما أن زيادة محتوى الطفلة يعمل على بطء شك المونة وزيادة المحتوى المائى للمونة وبالتالى زيادة انكماشها والتأثير على متانتها ، كما فى حالة زيادة شوائب من معدن الجبس يؤدى إلى الإسراع من معدل الشك للمونة ومن خلال الدراسات التى قام بها (عبد الرازق ١٩٨٥) أشار إلى تناقص متانة الرمل الجير والطوب مع زيادة نسبة الجبس كما أن وجود الأملاح والطفلة ينقص المتانة إذا زادت نسبة الطفلة عن ٦ ٪ أما نسبة أكسيد الحديديك Ferric oxide Fe_2O_3 فقد وجد أنها تزيد من متانة منتج الجير والرمل وذلـــك لتعويضـــه أيونات الكالسيوم وعنصر Si وزيـــادة محتـــوى Calcium Silicate Hydrate .

ثالثاً مونة الأسمنت Cement mortar

استخدم المصريون القدماء الجبس المكلس Calcined impure gypsum وفى الفترة اليونانية الرومانية استخدموا على نطاق واسع الحجر الجيرى المكلس Calcined limestone وقد خطت صناعة الأسمنت حين ابرز جوزف اسبدن Joseph Aspdin عام ١٨٢٤ م اكتشافه واسماه أسمنت بورتلاندى Portland cement نظرا لوجود تشابه فى اللون بينه وبين حجر البورتلاند الطبيعى Portland stone حيث فوجئ بنتيجة تجربة على الأسمنت الأصلى (الرومانى) فوجد أن ارتفاع درجة الحرارة للحريق ١٤٥٠° ف بدلا من ٧٠٠° ف تعطى أسمنتاً جيدا حيث انه بعد انصهار معظم المواد المركبة للمزيج تتكون جملة أملاح مختلفة مثل سليكات والومينات الكالسيوم.

وتشير كلمة Cement إلى أى عوامل رابطة وقد ارتبطت بصورة شائعة بالاسمنتات الهيدروليكية ويعتبر الأسمنت البورتلاندى Portland cement أشهرها ، و عند خلط الأسمنت الهيدروليكى مع كمية مناسبة من الماء تتكون عجينه تبدأ فى الشك وتتجمد وتفقد لدونتها وتستمر فى زيادة متانتها ومعظم الخواص الهندسية للخرسانة مثل المتانة Strength والثبات الحجمى Volume stability ونفاذية المياه Permeability to water يتم تعيينها بواسطة خواص عجينه الأسمنت الصلبة.

أولاً الأسمنت الطبيعى

وينقسم الأسمنت إلى طبيعى وصناعى والأسمنت الطبيعى هو عادة حجارة جيرية طينية طفلية محروقة وتحتوى على مقدار كبير من الأكاسيد المكونة

للأحماض وهى السليكا والالومنيا وأكاسيد الحديد حيث تحرق عند أقــل مــن الدرجة المطلوبة للأسمنت البورتلاندى وتميز عن الأسمنت الصناعى بثقلها النوعى الذى يندر أن يزيد عن ٢,٨ جم /سم٣ أو بواسطة اللون حيث تكون ألوانهـا ذات صبغة صفراء أو سمراء وذلك يسهل التميز عن اللون الأزرق الرمادى وهو لون الأسمنت الصناعى .

وهناك نوعان من الأسمنت الطبيعى :

أ- الأسمنت الرومانى :

وهو يحضر من مواد طبيعية يكون بها الطين بنسبة متفاوتة بين ٢٠ - ٤٥ ٪ وغالبا ما يخلط مع كربونات الماغنسيوم ويتميز بسرعة الشــك وبلونــه الأسمــر وقــد وجــد أن احســن نســبة لخلطــه مــع الرمــل هــى ١ أسمنت رومانى : ١ رمل كما انه يشك بسرعة عند خلطه مع الماء .

(ب) أسمنت بورتلاند طبيعى :

وقد اعطى هذا الاسم متحصلات حجارة طبيعية يشبه تركيبها تلــك المستعملة فى تحضير الأسمنت الصناعى وهذا المتحصل الطبيعى اقــل قــوة مــن المتحصل الصناعى لان درجة تركيب الحجارة الطبيعية المذكورة فى الاثنين مختلفة كثيرا وكذلك لان طريقة الحرق ودرجته ليست كاملة فى المتحصل الطبيعى وثقله النوعى صغير ويحتوى على كبريتات الكالسيوم التى تقلل من سرعة الشك .

ثانيا : الأسمنت الصناعى

١- صناعة الأسمنت :

والأسمنت البورتلاندى هو المادة الناتجة من طحن وتنعيم نائج حــرق الحجر الجيرى والمواد الطينية التى تحتوى على الالومنيا وأكسيد الحديد و السليكا

ويجب أن يحتوى مخلوط المواد الخام الأولية فى صناعة الأسمنت على ٧٥ — ٧٧ ٪ كربونات كالسيوم ٢٥ — ٣٣ ٪ طين وتتم الصناعة بطريقتين رئيسيتين وهما الطريقة الجافة والطريقة المبتلة ، حيث يتم تجفيف المواد الخام تليها عملية التسخين عند درجة ١٠٠°م حيث يتبخر الماء تليها عملية التكليس حيث ترتفع درجة الحرارة من ٨٠٠ — ٩٠٠°م ويفقد ثانى أكسيد الكربون من كربونات الكالسيوم ويتكون أكسيد الكالسيوم الذى يتفاعل مع أكسيد الالومنيا وأكسيد السليكون الناتجين من الطين مكونا الكلنكر وبرفع درجة حرارة الكلنكر إلى درجة ١٤٥٠°م ثم يتم تبريد الكلنكر ويخلط مع نسبة من الجبس تتراوح بين ٢ — ٦ ٪ حيث يطحنا إلى درجة النعومة المطلوبة .

التركيب الكيميائى للأسمنت

يحتوى خليط الكنكر الناتج على الأربعة أطوار رئيسية :

١- ثالث سليكات الكالسيوم Tri calcium silicate 3Ca SiO_2 C_2S ٢٥ — ٥٠ ٪

٢- ثانى سليكات الكالسيوم Di calcium silicate 2CaO SiO_2 C_2S ٢١ — ٤٥ ٪

٣- ثالث الومينات الكالسيوم Tri calcium aluminate 3CaO Al_2O_3 C_2S ٥ — ١١ ٪

٤- رابع الومينات حديد الكالسيوم Tri aluminoferrite $4CaO\ Al_2O_3\ Fe_2O_3\ C_4AF$ calcium ٩ — ١١ ٪

وبالإضافة لهذه الأطوار الأربعة الرئيسية توجد مركبات بنسبة صغيرة مثل $MgO, TiO_2, Mn_2O_3, K_2O, Na_2O$ ويعرف K_2O ،

Na_2O بالقلويات التي تتفاعل مع الركام حيث يضر ناتج التفاعلات بالأسمنت بالإضافة إلى ذلك يضاف حوالى من ٤ — ٦ ٪ جبس لضبط زمن الشك.

وقد قام الشيمى ١٩٨٥ م بتحليل عينات مختلفة من الأسمنت وقد وجد أن تركيبها كما هو موضح بالجدول (٧)

جدول (٧) يوضح التركيب الكيميائى لعينات أنواع مختلفة من الأسمنت:

Type of cement	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	MgO %	SO_3 %	L.O.I %	Inr. %
Ordinary port, c.	21.06	5.43	3.41	64.00	0.75	2.48	2.42	1.00
Sulphate R.C.	22.43	2.31	5.22	63.00	1.76	1.26	2.40	0.44
Blast. Furance slag. C.	28.50	7.80	2.51	57.51	1.40	1.90	2.42	1.07
Karnak. C.	37.66	3.84	2.72	50.60	1.05	1.42	2.40	22.20
Basalt port.C.	27.29	8.49	6.91	46.56	3.26	1.22	2.17	10.19
Homra port. C.	33.95	9.32	5.70	42.63	3.42	2.05	1.96	20.41

أنواع الأسمنت Types of Cement

وهناك أنواع عديدة من الأسمنت لكل منها خصائصه المتميزة ويعتمد تقسيمها على معدل التجمد والانبعاث الحرارى أثناء التميؤ ومقاومة الأسمنت لمهاجمة الكبريتات وهى تتأثر بالخواص النسبية للأطوار الرئيسية ومحتوى الجبس وأهمها :

١) الأسمنت البورتلاندى العادى

هو أسمنت هيدروليكى ينتج بطحن وتنعيم ناتج حرق المواد الجيرية والطينية (أو المواد الجيرية المحتوية على سليكا والومينا وأكسيد حديد) لدرجة حرارة تكوين الكلنكر على أن تكون هذه المواد مخلوطة خلطا جيدا بنسبة معينة

قبل عملية الحرق ولا يجوز إضافة أى مادة أخرى بعد الحرق سوى الجبس أو مشتقاته أو الماء أو كليهما ، لا تقل المساحة النوعية لسطح حبيبات الأسمنت بطريقة بلين عن ٢٥٠٠ سم٢ / جم ولا يقل زمن الشك الابتدائى عن ٤٥ دقيقة ولا يزيد زمن الشك النهائى عن عشر ساعات لا يزيد تمدده عن ١٠ مم وفى جو رطوبته ٥٠ — ٨٠ ٪ لا يزيد تمدده عن ٥ مم تكون مقاومة للانضغاط بعد ٣ أيام ١٨ نيوتن / مم٢ وبعد ٧ أيام ٢٧ نيوتن /مم٢ وبعد ٢٨ يوم ٣٦ نيوتن /مم٢ ، لا تزيد معامل تشبع الجير على ١,٠٢ ولا يقل عن ٠,٦٦ ، لا يزيد نسبة المتبقى غير القابل للذوبان عن ١,٥ ٪ بالوزن ولا تزيد نسبة المنجنيز على ٤ ٪ لا تقل نسبة الالومنيا إلى أكسيد الحديد عن ٠,٦٦ ولا تزيد النسبة المئوية للكبريت مقدرة على هيئة ثالث أكسيد الكبريت عن ٣ ٪

الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد (سوبركريت)

وهو مماثل للأسمنت البورتلاندى العادى وينتج فى مصر بزيادة درجة النعومة كما يمكن إنتاجه بزيادة نسبة ثلاثى سليكات الكالسيوم C_3S أى بزيادة نسبة الحجر الجيرى فى الخلطة ودرجة نعومته ٣٥٠٠ سم٢ / جم وزمن الشك وثبات الحجم والتركيب الكيميائى مثل الأسمنت البورتلاندى العادى أما بالنسبة لمقاومة الضغط تكون بعد ٣ أيام ٢٤ نيوتن/ سم٢ ، بعد ٧ أيام ٣١ نيوتن/ سم٢ وبعد ٢٨ يوم ٤٠نيوتن /مم٢.

الأسمنت البورتلاندى الأبيض White Portland Cement

يصنع الأسمنت البورتلاندى الأبيض بنفس طريقة تصنيع الأسمنت البورتلاندى العادى ذلك بحرق الحجر الجيرى النقى مع الطين الأبيض النقى ولا

تزيد نسبة أكاسيد الحديد به عن ٠,٥٠ ٪ مما يكسبه اللون الأبيض وأكاسيد الحديد هى التى تعطى الأسمنت البورتلاندى العادى اللون الرمادى أما بالنسبة لخواصه فدرجة نعومته لا تقل مساحة السطح النوعى عن ٢٢٥٠ سم٢ زمن الشك الابتدائى لا يقل عن ٤٥ دقيقة ولا يزيد الشك النهائى عن عشر ساعات ، لا يزيد تمدده عن ١٠مم أما بالنسبة لمقاومته للضغط لا تقل بعد ٣ أيام عن ١٦٠ كجم / سم٢ ، بعد ٧ أيام عن ٢٤٠ كجم / سم٢ أما بالنسبة للتركيب الكيميائى له فهو يماثل الأسمنت البورتلاندى العادى .

الأسمنت البورتلاندى الحديدى ٣٥ Blast furnase slag portland cement

يصنع الأسمنت البورتلاندى الحديدى من مخلوط كلنكر الأسمنت البورتلاندى العادى وخبث الفرن العالى المحبب لا تزيد نسبة الخبث فى المخلوط على ٣٥ ٪ أما بالنسبة للمواصفات الأمريكية فتحدده بنسبة تتراوح بين ٢٥ – ٦٥ ٪ والمواصفات البريطانية تحدده بنسبة ٦٥ ٪ ويضاف الخبث المحبب الناتج من الأفران العالية إلى الكلينكر ويطحن المخلوط جيدا كما يجوز طحن كل منهما على حده ثم خلطهما خلطا تاما ويراعى عدم إضافة اية مادة سوى الجبس أو مشتقاته أو الماء أو كليهما أما بالنسبة لخواصه الصناعية والميكانيكية ، بالنسبة للنعومة لا تقل المساحة النوعية عن ٢٢٥٠ سم٢ / جم و أما بالنسبة لزمن الشك الابتدائى وثبات الحجم مثل الأسمنت البورتلاندى العادى .

أما بالنسبة لمقاومة الضغط له فتكون بعد ٣ أيام ١١٢ كجم / سم٢ وبعد ٧ أيام ٢١٠ كجم / سم٢ وبعد ٢٨ يوما ٣٥٠ كجم / سم٢ .

أما بالنسبة للتركيب الكيميائى له :

١- لا تزيد نسبة المواد غير القابلة للذوبان على ١,٥ ٪ بالوزن
٢- لا تزيد نسبة أكسيد الكالسيوم على ٧ ٪ بالوزن
٣- لا تزيد نسبة ثالث أكسيد الكبريت على ٣ ٪ بالوزن
٤- لا يزيد الفقد بالحرق على ٤ ٪ بالوزن .

وهذا النوع من الأسمنت ينتج تحت اسم تجارى (أسمنت الكرنك) حيث يضاف إلى الكلنكر من ٢٠ - ٣٠ ٪ رمل .

٥- الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات

Sulphate-resisting portland cement

ويصنع بخلط الحجر الجيرى بالرمال مع الطين مع إضافة بيريت الحديد أو مصدر من مصادر الحديد ليعطى نسبة عالية من رابع الومنيات حديد الكالسيوم وتصل نسبته فى المواصفات البريطانية ٣,٥ ٪ بالوزن من الأسمنت ويستعمل فى المنشآت المعرضة لمياه تحتوى على نسبة عالية من الكبريتات.

أما بالنسبة لخواصه الطبيعية والميكانيكية فبالنسبة للنعومة لا تقل مساحة السطح النوعى له عن ٢٥٠٠ سم٢ / جم وزمن الشك وثبات الحجم له يماثل الأسمنت البورتلاندى العادى ، أما مقاومته للضغط فتكون ١٥٤ كجم / سم٢ بعد ٣ أيام و ٢٣٩ كجم / سم٢ بعد ٧ أيام أما خصائصه الكيميائية لا يزيد معامل تشبع الجير له على ١,٠٢ و لا يقل عن ٦٦ ٪ ، لا تزيد نسبة ثلاثى الومينات الكالسيوم على ٥ ٪ و لا تزيد نسبة أكسيد الماغنسيوم على ٤ ٪ ، لا تزيد نسبة ثالث أكسيد الكبريت على ٢,٥ ٪ ، لا تزيد نسبة الفقد بالحرق على ٣ ٪ .

٦- الأسمنت الملون Coloured Cement

يتكون هذا الأسمنت من الأسمنت البورتلاندى الأبيض المضاف إليه ألوان مناسبة خاملة لا تتفاعل مع الأسمنت ولا تتأثر بالضوء أو الجو وتضاف بنسبة من ٥ – ٢٠ ٪ ويجب أن تكون خالية من الأملاح وذلك باستخدام أكاسيد الحديد وذلك للألوان الحمراء والصفراء و البنية ويعطى ثانى أكسيد المنجنيز اللون الأسود والبنى ويعطى أكسيد الكرميوم اللون الأخضر وأكسيد الكوبالت اللون الأزرق ويفضل عدم زيادة نسبتها عن ١٠ ٪ حتى لا يزيد انكماش الأسمنت وتنخفض متانة الرابطة وذلك تبعا للمواصفات البريطانية BS1014 أما بالنسبة للأسود الكربونى فلا يزيد عن ٣ ٪ .

٧- الأسمنت عالى الالومنيا High alumina cement

يتكون بصهر المواد الجيرية والمواد الالومينية و البوكسيت $Al_2O_3.2H_2O$ ونسبة الالومينا فى هذا الأسمنت عالية تتراوح بين ٣٥ – ٤٤ ٪ مما يساعد على سرعة تصلب الأسمنت وتبعا للمواصفات البريطانية يحتوى على ٣٢ ٪ الومنيا ويكون معدل الجير إلى الالومينا ٠.٨٣ : ١.٣

يبدأ الشك الابتدائى له بعد ٣/٤ ساعة ويكون النهائى بعد ٥ ساعات ويحصل على متانته القصوى بعد ٢٤ ساعة وهو يقاوم الأحماض ودرجات الحرارة العالية ولكن مقاومته للقلويات ضعيفة ومعدل ph_{12} ويطلق الأسمنت كمية من الحرارة ناتجة عن تفاعلات التميؤ Hydration reaction وهذه الحرارة من السهل تشتيتها فى المناخ البارد وفى المناخ الدافئ تنتج متانة ضعيفة وذلك تخفض معدل الماء / الأسمنت ولذلك هناك تحذيرات كثيرة من استخدام هذا الأسمنت فى الأجواء الحارة .

شك الأسمنت Setting of Cement

عند خلط الأسمنت البورتلاندى مع الماء تتكون عجينة حيث تبدأ الأطوار الأربعة الرئيسية فى التميؤ وتسود تفاعلات طور ثلاثى ألومينات الكالسيوم C_3A Tri calcium aluminate ومحاليل C_4 Af ferrite فى المراحل الأولى من عملية التميؤ.

ويتفاعل ثلاثى ألومينات الكالسيوم مع الجبس كمؤخر للشك وذلك فى وجود الماء يتكون نوعين من كبريتات الومينات الكالسيوم Calcium sulphoaluminate وهما :

- ثلاثى كبريتات الومينات الكالسيوم المائية Calcium aluminate trisulphate hydrate
- أحادى كبريتات الومينات الكالسيوم المائية Calcium aluminate monosulphate hydrate

وهذه المركبات تعرف بالمركبات كبريتات الالومينات عالية الكبريتات أو اترنجيت $3CaO.\ Al_2O_3\ 3CaSO_4.31H_2O$ Ettringite

وتتوقف كمية Ettringite المتكونة فى الأسمنت على محتواه من ثلاثى ألومينات الكالسيوم C_3A وسليكات الكالسيوم سواء C_2S أو C_3S هى المركبات التى تعطى صلادة الأسمنت وعملية تميؤ سليكات الكالسيوم تسمى Tobermorite لتشابهها مع التكوين المعدنى Tobermorite الطبيعى وتتكون جيل Tobermorite هو الذى يعطى المقاومة للخرسانة فى الأربعة عشر يوماً الأول وتلعب دوراً هاماً فى الخواص الهندسية للخرسانة مثل المتانة والثبات الحجمى والنفاذية.

ويتفاعل أكسيد الماغنسيوم ببطء مع الماء والهيدروكسيد الناتج له سطح نوعى أكبر من الأكسيد مما يودى إلى حدوث تمدد كبير ويحدث ذلك أيضا عند

وجود أكسيد الكالسيوم الحر وكذلك عند وجود الجبس لتفاعل كبريتات الكالسيوم مع ثلاثى الومينات الكالسيوم والماء لإنتاج كبريتات الومينات الكالسيوم ويكون معدل التفاعل سريعاً فى بداية عملية التميؤ ثم يبطئ معدله بعد ذلك.

تأثير الكبريتات على شك الأسمنت

ومحتوى الكبريتات يعبر عنه SO_3 ثالث أكسيد الكبريت أو أيون الكبريت SO_4 ومن أشهر الكبريتات الموجودة كشوائب فى الركام والماء المستخدم لخلط الأسمنت هما كبريتات الكالسيوم والصوديوم والماغنسيوم وكميات صغيرة جداً من كبريتات البوتاسيوم وتختلف معدل ذوبانها حيث أن أكثرها ذوبانية هى كبريتات الكالسيوم وتزداد مخاطرها على عملية شك الأسمنت مع ذوبانية الكبريتات.

وترجع عملية شك الأسمنت إلى تميؤ C4AF , C3S , C2S وعملية تميؤ الالومينا تساهم قليلا فى متانة الأسمنت الا إذا استخدم مؤخر للشك Retarder كما أن كمية C_3A تعطى المتانة ، والمؤخر للشك المستخدم للسيطرة على عملية تميؤ C_3A هو الجبس ويستخدم بنسبة ١ — ٣ ٪ وإضافة كمية زائدة عن ذلك تعطى تأثير عكسى على متانة وثبات شك الأسمنت ولذلك يضاف الجبس بنسبة ٢,٥ ٪ تبعا للمواصفات البريطانية ولا يتجاوز ٣ ٪ عندما يكون محتوى C_3A عند ٧ ٪ وذلك لأنه اكثر المكونات تأثراً بالكبريتات ولذلك للحصول على أسمنت مقاوم للكبريتات يجب تقليله إلى نسبة ٣.٥ ٪ تبعا للمواصفات البريطانية 4027 1966 وحوالى ٥ ٪ تبعا للمواصفات الأمريكية ATSM .

تأثير الكلوريدات على شك الأسمنت

Effect of chlorides on setting of cement

تأثير الكلوريدات يكمن فى التنشيط عملية شك للأسمنت البورتلاندى فقد ارجع Roberts أن إضافة ١,٥ — ٢ ٪ من كلوريد الكالسيوم للأسمنت يودى إلى زيادة تميؤ سليكات الكالسيوم وتخفض ph للأسمنت وتعتبر الكلوريدات من أكثر الأملاح ذوبانا وهى المسئولة بالإضافة إلى أملاح كبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم عن عمليات التزهر على أسطح الخرسانة .

وقد قام (Nilsson L.O. and Tang L. 1993) بدراسة العلاقة ما بين انتشار الكلوريد ونفاذيته فى الخرسانة وذلك باستخدام أسمنت بورتلاندى عادى مع حصى جرانيت ٨ — ١٢ مللى وقد استنتجا تأثر النفاذية بالمحتوى الرطوبى للخرسانة وأن زيادة الشروخ الدقيقة والمسام الشعرية تعزو لإرتفاع معدل الماء / الأسمنت وأن زيادة نفاذية الهواء مع الجفاف تكون اكبر فى حالة انتشار الكلوريد وقد تعزو زيادة النفاذية إلى زيادة الشروخ الدقيقة ومسام الفارغة لفقد الماء وهو ما يغير العلاقة بين نفاذية الهواء وانتشار الكلوريد .

وقد أشار Yoshizakiy واخرون عام ١٩٩٣ م إلى هجرة الكلوريد فى الخرسانة والموجود أصلا فى الخرسانة أو الداخلة بعد عملية التكوين وقد ارجعوا عملية الهجرة إلى تكرار دورة البلل والجفاف وأن محتوى الكلوريد فى المناطق الساحلية يكون أعلى على الأسطح الخارجية اكثر من الداخلية وقد يحدث غسيل للكلوريد الموجود على السطح بسبب غسيله بالماء مما يودى إلى هجرته إلى الأجزاء الداخلية .

تأثير المواد المضافة على مونة الأسمنت Additives and cement

١ – إضافة البوليمرات على الأسمنـــت Polymeric cement additives

نظراً لمسامية الأسمنت البورتلاندى والتى قد ترتفع إلى ٢٥ ٪ وترتفـــع اكثر عندما يكون هناك ماء محبوس وتنشأ العديد من المشاكل نتيجة حركة المياه داخل المونة بالإضافة إلى مساعدتها على دخول الماء أو المحاليل المائيـــة المحملـــة بأيونات الكبريتات والكلوريدات مما يودى إلى مهاجمة المونة الأسمنتية نفسها وما يتبع ذلك من عمليات التمدد والانكماش والشروخ ، التزهر والتصبع والمقاومة الضعيفة لدورات البلل والجفاف وزيادة التوصيل الحرارى والكهربى والتآكـــل الكيميائى.

لذا تضاف البوليمرات إلى المونة وذلك لجعلها طاردة ومقاومة للمـــاء وللعمل على تحسين خواصها الميكانيكية وقوة التصاقها بالمونة القديمة وتحســين مقاومتها للشروخ وذلك لربطها بالشبكية البوليمريـــة Polymer network وزيادة تشغيلها وتقليل احتياجاتها من الماء وبالتالى تقليل المسامية والنفاذية للماء وبالتالى مقاومة تغلغل الماء داخلها وتحسين مقاومتها لدورات البلل والجفاف.

ويتم استخدام البوليمرات وإضافتها لمونه الأسمنت إما عن طريق خلط الأسمنت بالمونيميرات السائلة حيث تبلمر فى الموقع بواســطة الإشــعاع IR-radiation أو بالتنشيط الحرارى Thermocatalytically مثل بلمـــرة خليط من :

Methyl metha crylate, Isodecrylmethacrylate (or) ISO butyl metha crylate. Tri methyl propane tri methacrylate and benzoyl peroxide

أو يتم خلط البوليمر داخل خليط المونة والركام والماء منتجا فى النهاية

تركيب يسمى مونة ا سمنتية بوليميريـــة Polymer portland cement concrete ويجب أن يكون البوليمر مقاوم للقلوية ولا يـــدخل فى تفــاعلات التميو للأطوار الرئيسية فى الأسمنت .

وقـــد قــام (Kamal M.M.M. 1977) بإضـــافة بـــوليمر Vinylidene Chloride إلى عجينه الأسمنت بمعدل P/L 0.05-0.10 حيث يعمل مؤخر للشك كما استخدم بوليمر ايبوكس من إنتاج سيبا جـــايجى والمسمى بالارالديت

No Gy 257 and its hardner with no X. 157/2240

وكان بمعدل ١ :١ مع المجمد الخاص به ثم أضيف إلى الركام وكانـــت نسبة الأسمنت إلى الرمل تتراوح من ١ :٣ – ١٢ : ٤ وقد أدى ذلك إلى زيادة خاصية مقاومة الضغط اكثر من المونة الأسمنتية بدون إضافة للبوليمر وهذا المعدل يتراوح من ٢٠ – ٣٠ ٪ كما زادت مقاومة الانحناء Tensileبنسبة ١٦ ٪ - ٢٢ ٪ كما أن خاصية مقاومة الضغط والبرى والمرونة للمونة الأسمنتية المضاف عليها البوليمر تزيد مع الزمن وكذلك تزيد خاصية مقاومة الضغط والاحتكـــاك مع زيادة معدل البوليمر إلى الرمل .

وقد قام (Mirsa J. and Durand B. 1993) بدراســـة الخواص الميكانيكية لمونات أسمنتية عليها إضافات للبوليمرات وذلك من خـــلال عمل عينات من مونات أسمنتية أضيف عليها بوليمرات تحتوى على اكـــريلات والايبوكسى و Silica fume حيث اتضـــح أن إضـــافة Silica fume تعمل على تحسين خاصية مقاومة الضغط للمونة ولكنها تسبب بغض الانكماش للمونة كما زادت خاصية مقاومة الضغط للمونات المضاف عليها بوليمرات Polymer styrene butadiene rubber and polymer acrylic وكذلك قوة الربط Bond strength .

وقد اجرى الهوارى وعبد الفتاح ١٩٩٨ م دراسات على التصرف الميكانيكى للخرسانة الراتنجية وذلك باستعمال ثلاثة أنواع من الراتنجات، نوعين من الايبوكسى ونوع من البوليستر وذلك بدراسة علاقة الإجهاد والانفعال تحت تأثير أحمال متكررة لاسطوانات خرسانة راتنجية محضرة باستعمال نسب مختلفة من الراتنج إلى الركام (٥٩ ٪ ، ١٢ ٪ ، ١٥ ٪ ومعرضة لدرجات حرارة مختلفة ٢٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠ °م) كما تم تعيين مقاومة الضغط والشد والمتانة ومعامل المرونة وقد استنتجا أن دورات التبريد والتسخين تسبب تجمد البوليمر وارتفاع متانته وأن زيادة نسبة البوليمر تزيد مقاومة الضغط للمونة

وأن زيادة ١٦٤ ٪ بين ٩ – ١٥ ٪ للبوليستر عند ٢٠ °م وكما اختلف قيم مقاومة الضغوط بين نوعية الايبوكسى كما اختلفت قيم المرونة - كما اختلفت قيم الشد وذلك نتيجة درجة الحرارة وذلك بنسبة ٤١٪ لـ ١٥ ٪ بوليستر و ٧٧ ٪ للايبوكسى عند ٢٠٠ °م .

(٢) الركام Aggregates

يتكون الركام من مواد كثيرة منها المستخدم قديما فى المونات مثل كسر الطوب والحجر وكسر الطباشير والمحار والرماد ومن أشهرها الرمل ويوجد نوعين من الركام داخل الخرسانة وهما الركام الكبير كالزلط والركام الصغير الناعم كالرمل والزلط الصغير وتكمن وظيفة الركام تكوين جسم الخرسانة لمقاومة التحمل ومقاومة عوامل البرى وظروف التعرية وهو يعتبر مادة رخيصة لجسم الخرسانة حيث يقلل من التغير الحجمى الناتج من تفاعل الأسمنت مع الماء ويقلل كذلك من تغير نسبة الرطوبة فى عجينه الأسمنت والتى تؤدى إذا زادت إلى تشرخ

الخرسانة .

ويراعى أن يكون الركام خاليا من القلويات وكبريتات الحديد أو المواد الطينية والطفلية والأملاح والمواد العضوية والتى تعمل على ضعف الرابطة وحدوث التزهر ولذلك يراعى غسيل الركام قبل استخدامه .

وقد قام (Karaveziroglou وأخرون عام ١٩٩٠) بأجراء اختبارات عديدة لاختبار المواد الملائمة لترميم المبانى الطوب من بينها المواد البوزولانية Natural pozzolana وذلك بإضافتها لمونة الأسمنت وذلك كمحاولة لاستخدام نفس المواد التى استخدمت قديما وذلك لاستخدامها فى عمليات الترميم.

ويؤثر الركام فى المونة الناتجة وذلك لأن مسامية ونفاذية الهواء له تؤثر على نفاذية الهواء للمونة وتأثير ونفاذية الهواء يعتمد أولاً على بنية الركام Structure و نوعية الرابط الأسمنت.

وقد أنخفضت قيم الامتصاص لعجينة الأسمنت البوزولانى Pozollaniccement paste أكثر من الأسمنت البورتلاندى وهذه الخاصية تعتمد على معدل الماء / الأسمنت وكذلك على نوعية الأسمنت ومعدل الرمل / الأسمنت حيث أن المعدل المناسب ٣ : ١ .

وعند خلط المونة الأسمنتية ميكانيكياً فيجب خلط الركام مع ٣/٤ ماء الخلط ثم إضافة المحتوى اللازم من الأسمنت المطلوب إلى الماء فى الخلاط وتخلط ببطء حتى تصبح العجينة متجانسة القوام خالية من الكتل ثم يضاف بعد ذلك كمية المادة الخشنة المطلوبة مع كمية الماء التى يتطلبها تحسين التشغيلة .

وعند عمل مكونات الطرطشة العمومية تعمل من مونة الأسمنت

البورتلاندى العادى ويحظر استعمال الأسمنت الحديدى أو أسمنت الكرنك وتكون مونة الطرطشة العمومية التحضيرية من كميات الأسمنت التالية لكل ١ م٣ رمل حيث تكون فى المناطق الحارة والجافة ٣٥٠ كجم أسمنت بورتلانـــدى + ١م٣ رمل أما المناطق المعتدلة ٤٠٠ كجم أسمنت بورتلاندى + ١م٣ رمل أما المناطق الساحلية الرطبة فتكون ٤٥٠كجم أسمنت بورتلاندى + ١م٣ رمل

الإضافات الكيميائية Chemical additives

وقد يتم إضافة بعض المواد الكيميائية وذلك على حسب الغرض مـــن الإضافة وذلك للعمل على تأخير زمن الشك لمونة الأسمنت وذلـــك لمـــوخرات الشك **Retarders** أو الإسراع من زمـــن الشـــك **Accelerators and hardners** أو لجعل المونة الأسمنتية طاردة للمـــاء **Water repellant** أو زيادة قابليتها للتشغيل **Work ability** ومـــن أهـــم مـــوخرات الشـــك **Retarders** لمونة الأسمنت :

Boron centaining hydroxycarboxlic acid, tartaric acid, citric acid, sodium gluconate, sodium lignosulphate and sodium sulphate, aluminium phosphate, ferrous sulphate, zinc chloride, copper acetate and sodium cellulose acetate sulphate.

ومن أهم منشطات التفاعل **Accelerators** لمونة الأسمنت :

Lithium salt and hydroxylated organic acid, calcium nitrite, Amine formates, Sodium aluminate and tartaric acid.

وقد تضاف المواد الكيميائية للإقلال من امتصاص الماء لمونة الأسمنـــت

ومن أهمها :

Polyvinyl alcohol and Barium hydroxide, sodium stearate and stearic acid, urea, morpholine or amides and ammonium hydroxide and carbohydrate and phosphonic acid.

ومن أهم المواد المضافة لمونة الأسمنت لجعلها طاردة للماء :

Trtiary aliphatic monocarboxylic acids, animal fat and fatty alcohol and alkyl plysiloxane and magnesium carbonate , resinous polymer, organohydrogen polysiloxane emulsions.

كما قد تضاف Hydroxyethyl cellulose وذلك لزيادة القابلية للتشغيل Work ability كما قد تضاف بعض المواد لزيادة المتانة والتسليح لمونة الأسمنت مثل الاسبستوس والألياف العضوية Organic fibers مثل ألياف البولى استر وكذلك تضاف الألياف الزجاجية Glass fibers وكذلك للعمل على رفع الخواص الميكانيكية لمونة الأسمنت وقد يتم تقوية المونة الخرسانية بواسطة القضبان الحديدية وذلك عن طريق عمل شبكة منها ولكن يجب عزلها جيدا أو استخدام قضبان حديدية غير قابلة للصدأ Stainless steel .

المونة الجيرية الأسمنتية :

نتيجة الاختبارات الفيزيائية والكيمائية والميكانيكية التى أجريت على المونات التى استخدمت فى المبانى التاريخية للحصول على المواصفات الواجب استخدامها فى المونات الحديثة لتلائم المونات القديمة وذلك من خلال اختبار المواد الرابطة المناسبة والركام Aggregates والتى من خلالها تبين استخدام مونة الجير على نطاق واسع .

وقد أجرى Sumanov L. واخرون ١٩٩٥ م دراسات على المونات المستخدمة فى كنائس مقدونيا ومن خلال إجراء الفحوص البتروجرافية والتحليل بالأشعة السينية والتحليل الكيميائى الكمى على عينات من المونات المستخدمة كانت نتيجتها تكون المونات من الجير كمادة رابطة والرمل كمادة مالئة وكانت نسبة المادة المالئة إلى المواد الرابطة ١ : ١,٥ ، ١ : ٧، وفى بعض الكنائس تترواح معدل المواد المالئة إلى المواد الرابطة ما بين ١ : ١،١ — ٣.

وتتغير المونة الجيرية الأسمنتية Cement lime mortar تعديل للمونة القديمة المكونة من الجير كمادة رابطة فقط وذلك بإضافة نسبة من الأسمنت اليه وذلك لتقويتها وهذه المونة تتكون من الأسمنت والجير إلى نسبة من الرمل أو الركام وذلك على حسب طبيعة المونة المستخدمة فى المبنى التاريخى وهذه المونة تعتبر مونة أقوى من مونة الجير ولكنها ليست بقوة مونة الأسمنت .

وقد أشار Frost W. and Boughton R.V. 1954 إلى المواصفات الخاصة بمونة الجير والأسمنت حيث أن نسبة الجير : الأسمنت لابد من خلطهما مع الرمل وأن نسبة الأسمنت تكون حجم واحد من الأسمنت لا يقل نسبته إلى حجم واحد من الجير ولايزيد عن ٥ جزء من الجير أى أن نسبة

الأسمنت إلى الجير فى المونة تتراوح من ١ جزء أسمنت إلى ١ جزء جير ولا تنقص عن هذا القدر أو ١ جزء أسمنت إلى ٥ أجزاء جير ولا تزيد عن هذا القدر ، أما نسبة الجير إلى الأسمنت إلى الرمل فلابد أن تكون ١ جزء لكل منهما إلى ٢ جزء رمل ولا تنقص عن هذا القدر حجم الرمل أو ١ جزء منهما إلى ٤ أجزاء بالحجم من الرمل ولا يزيد عن هذا القدر .

cement	lime	sand
1	1	6
1	2	9
1	3	12
1	4	15

ويجب الأخذ فى الاعتبار فى حالة خلط هذه المواد أن إضافة الماء على الأسمنت أو خلطه مع جير مرطب يجعل من الضرورة استخدامه أما خلط الجير والرمل ممكن أن يبقى لبعض الوقت لحين استخدامه ولذلك يراعى الآتى :

(أ) عند استخدام الجير المتميئ Hydrated lime فى حالة بودرة يخلط أولاً مع الرمل ثم تبقى المونة لبعض الوقت قبل إضافة الأسمنت ثم تضاف نسبة الأسمنت مع خليط الجير والرمل مع إضافة بعض الماء للحصول على القوام المناسب ولابد من ضرورة معرفة نسبة الجير والرمل وذلك لإضافة النسبة الملائمة لهما من الأسمنت .

(ب) إذا كانت المونة سوف تستخدم حالا فإنه بعد خلط الجير المتميئ مباشرة مع الرمل يخلط معهما الأسمنت كما لو كانت مونة الأسمنت .

(جـ) عند استخدام عجينة الجير تخلط مع الرمل وتبقى لبعض الوقت مثل مونة الجير العادية Ordinary lime mortar ثم إضافة الأسمنت إليها قبل الاستخدام وأيا كانت طريقة الخلط فيجب مراعاة نسبة الجير : الأسمنت إلى الرمل والنسبة الملائمة من الماء إليهم.

وقد يفضل عند استخدام مونة الجير مضافا عليها نسبة من الأسمنت استخدام الجير الهيدروليكى حيث أن هذا الجير يشبه تركيبه الكيميائى الأسمنت البورتلاندى إلا أن الفرق بينهما أن الأخير منتج صناعى ذو تكوين متحكم فيه بعناية وقد يستخدم الأسمنت بصفة أساسية ويضاف إليه الجير لتحسين التشغيل للمونة حيث يضاف

الأسمنت	الجير	الرمل
١	٠,٥	٤,٥
١	١	٦
١	٣	١٢

وقد ذكر (Bessey G.E. 1980) أن الاستبدال الجزئى للأسمنت فى مونة الجير يعطى خواص جيدة للعمل وقوه ومتانة للمونة وأن النسبة الآتية مع الرمل الناعم تعتبر ملائمة جدا :

Portland cement	lime	sand
1	1	6
1	2	9

وهو ما يتوافق مع النتائج التى أوصى بها (Frost W. and Bougthon R.V. 1954).

وأجرى .Ersen A واخرون عام ١٩٩٥ م دراسات على مونة خراسان وهى مونة تتكون من مونة الجير عليها إضافات بوزولانية Pozzolanic متمثلة فى حجر الخفاف بالإضافة إلى الرمل وكسر الطوب وقد استخدمت خلال العصر البيزنطى والعثمانى.

وقد تم تعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية وقد تم عمل مونة حديثة مكونة من المواد البوزولانية (حجر الخفاف) والرمل وكسر الطوب بالإضافة إلى الجير والأسمنت الأبيض حيث كانت نسبة الأسمنت ٢٥ ٪ من حجم الجير كما

استخدم Poly methyl methacrylate كإضافة ، كما أضيف ألياف الكتان وكان حجم الركام (٧٩ ٪ كسر طوب ، ٢١ ٪ رمل) وقد صمم ليكون مضاعف لحجم الجير المطفى وقد لوحظ تقليل الأسمنت الأبيض وحجر الخفاف و Poly methyl methacrylate من المسامية وكان امتصاص الماء للعينات ٢٣ ٪ تقرب من قيم الامتصاص للماء للعينات القديمة ، وقد زادت قيم مقاومة الضغط للعينات بعد عامين حوالى ١٢٠ ٪ كما زادت نسبة الأسمنت المضافة إلى القوة المبدئية للمونة ولذلك فاستخدام ٢٥٪ بالحجم أو ٤٦ ٪ بالوزن أسمنت أبيض يعطى قوة مبدئية للمونة.

وقد قام (Tiayu Ma. 1995) بإجراء عمليات استكمال تمثال صخرى منحوت من الحجر الرملى وذلك باستخدام مونة جيرية أسمنتية مكونة من النسب الآتية :

ماء	أسمنت	جير	رماد كربونى	رمل حجر جيرى	ألياف كتان
١,٨٨	٠,٥	١	١,٨	١,٢	٠,١

حيث تم الحصول على متانة جيدة تقرب من قوة الحجر الرملى بالإضافة إلى تمتعها بنفاذية للهواء مناسبة وتم الحصول على مسامية تقرب من الحجر الرملى وذلك بإضافة عامل رغوى دقيق مثل Micro foaming agent

Calcium lign sulphate produced by: Kaishantum J.I in province

وألياف الكتان حيث زادت من إمكانية التشغيل work ability للمونة.

وقد أشار Ashurst J. عام ١٩٩٠م أن تحضير مونة لترميم المبانى المبنية من الطوب باستخدام مونة الجير بالإضافة إلى ٢ ٪ بالوزن أسمنت كحد أدنى تعطى تأثير رابط جيد وباستثناء سليكات الكالسيوم والتى تؤدى إلى تكوين:

$$2Ca_3SiO_5 + 6H_2O \longrightarrow Ca_3Si_2O_7 . 3H_2O + 3Ca(OH)_2$$

Tricalcium silicate — Calcium silicate hydrate

$$2Ca_2SiO_4 + 4H_2O \longrightarrow Ca_3Si_2O_7 + 2H_2O + Ca(OH)_2$$

Dicalcium silicate — Calcium silicate hydrate

فإن عملية تميؤ الأسمنت وإنتاجه هيدروكسيد الكالسيوم عند خلطه مع الماء وزيادة هيدروكسيد الكالسيوم الناتج عن الجير والأسمنت مما يؤدى إلى تعادلهما خلال عملية الكربنة :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca\,CO_3 + 3H_2O$$

Calcium Hydroxide — Calcium Carbonate

ويكون معدل PH للمونة ما بين 9.6 – 8.2 وقد تم تعادلها بواسطة الأحماض الضعيفة أو مع إضافة كربونات الكالسيوم

وتجرى عمليات الاستكمال لحوائط الحجر الجيرى والطوب الأحمر بأطلال منطقة أبو مينا غرب الإسكندرية بواسطة البعثة الألمانية التابعة لمعهد الآثار الألمانى وذلك باستخدام مونة الجير المضاف عليها نسبة من الأسمنت حيث يضاف عليها قليل من الطفلة الموجودة بنفس المنطقة لإعطاء المظهر اللونى للمونة للتجانس اللونى مع المونة القديمة المكونة من مونة الجير وتتم المونة الحديثة بالنسبة الآتية :

أسمنت	جير	رمل
١٠	٣ :	١٠ :

ثم يتم بعد ذلك تغطيتها برقائق من البولى إيثيلين وذلك لمدة ٢٤ ساعة حيث يتم استخدام المونة فى الجو الحار ولاتغطى فى الجو غير الحار وفى اليوم التالى يتم رش المونة بالماء لمدة يومين على التوالى.

وقد أجرى Karaveziroglou عام ١٩٩٠ م دراسات على المونات الآثرية وهى مونة الجير : الرمل وما عليها من إضافات من مواد

بوزولانية وبودرة الطوب حيث لاحظ أن المونات البيزنطية والرمانية المكونة منهم لها متانة عالية بالرغم من مرور مئات السنين Karaveziroglou 1985 وهناك خواص جيدة للمونات مرتبطة باستخدام إضافات عضوية Organic additives في الخلطات القديمة مثل البيض Eggs والدم Blood واللبن Milk الخمره Wine ... الخ ولا يمكن إثبات ذلك اليوم وقد استخدم الكازين بصورة شائعة لإضافة في الشعير plaster وذلك لتحسين خواص المونة (للتقليل من كمية المياه لزيادة الرابطة والمتانه) ولما كان استخدام مونة الجير والمواد البوزلانية وبودرة الحجر وهى مواد تنتج مواد قوتها أقل من المواد الاثرية لذا يمكن استخدام الأسمنت أو الراتنجات وذلك لزيادة القوة المبدئية وتحسين الخواص الميكانيكية للمونة.

ويجب عند استعمال المونة الجيرية الأسمنتية في مباني الطوب مراعاة ترطيب الطوب بالماء لمدة تتراوح بين نصف ساعة وساعتين قبل الاستعمال في البناء حتى لا يمتص الطوب الماء الموجود في المونة كما يجب رش الأجزاء المنتهية من المبنى بالماء لمدة تتراوح بين أسبوع و أسبوعين لتأخير تصلب المونة وتنظيم تقلصها كما يجب عدم استعمال المونة سواء الأسمنتية أو المونة الجيرية التي شكت قبل استعمالها.

عملية كربنة المونة Carbonation of mortar

وعملية الكربنة هى عملية تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد الكربون وتحوله إلى كربونات الكالسيوم طبقا للمعادلة الآتية :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

والمونة المكونة من هيدروكسيد الكالسيوم (مونة الجير) تتطور متانتها ببطء جدا معتمدة على امتصاص CO_2 من الجو ببطء جدا ففي الواقع أن المونة

الرومانية والتي عمرها ٢٠٠٠ عام تبين التحاليل أنها لم تتكربن كلية .

وقد اجرى (Cahyadi J.H. and Umoto T. 1993) دراسة عن تأثير الرطوبة النسبية على عملية الكربنة للخرسانة حيث أشار إلى ارتباطها بدور الماء سواء نسبته إلى الأسمنت أو انتقاله خلال المسام وانتشار غاز CO_2 خلال المسام وقد وجد أن عملية الكربنة فى الخرسانة تتكون من عدة عمليات فيزيوكيميائية كالآتى :

١- تفاعلات التميؤ للمواد الكربونية .

٢- انتشار CO_2 الجوى فى الطور الغازى فى مسام الخرسانة .

٣- تحلل $Ca(OH)_2$ فى الطور السائل فى المسام .

٤- تحلل CO_2 فى الماء الموجود بالمسام وتفاعله مع $Ca(OH)_2$ المذاب

٥- اختزال حجم المسام نتيجة تكوين منتج صلب ناتج عن عملية الكربنة وهى كربونات الكالسيوم.

وقد لاحظ أن ارتفاع تركيز CO_2 وانخفاض الرطوبة النسبية من ٧٠ – ٣ ٪ تزيد من معدل كربنة الخرسانة فى الظروف الطبيعية وأن عملية الكربنة تقل عند ارتفاع RH من ٤٠ – ٧٠ ٪ وتزيد عندما تكون RH من ٣٠ – ٤٠ ٪ وأن عملية الكربنة تحدث أولا على السطح ثم تبطئ بعد ذلك معتمدا على مدى تغلغل CO_2 فى الأجزاء الداخلية وتفاعله مع هيدروكسيد الكالسيوم لذا فإن معدل تفاعلات عملية الكربنة يكون بطيئاً فى المراحل الأولى وقد يسرع بوجود الشروخ الدقيقة .

وقد لاحظ (Masuda Y. and Tanana H. 1993) أن هناك علاقة ما بين التقدم فى عملية الكربنة وقيم PH للخرسانة وقد صمم شكل توضيحى يبين هذه العلاقة معتمدا على التفاعلات الكيميائية التى تحدث لتحويل

هيدروكسيد الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم من خلال كمية CO_2 المنتشرد في الخرسانة وتفاعلها مع هيدروكسيد الكالسيوم حيث يتم تعادل قلوية الخرسانة و نقص مقاومتها للصدأ .

مونة الجير والجبس Gypsum lime mortar

وقد استخدمت مونة الجير و الجبس منذ أوائل عصور الأسرات وفى كشيد جبس وكانت فائدة شيد الجبس هو امداد جدارن المنازل والقصور والمقابر والمعابد وسقوفها بسطوح تصلح للتصوير وقد وجد الشيد محتويا على نسبة من كربونات الكالسيوم إما أضيفت له لزيادة بياض الجبس أو قد وجدت كشوائب فى الجبس .

وقد أجرى كامل ١٩٨٦ م دراسات على مونة الجبس بإضافة ١ ، ٢,٥ ، ٥ ٪ من هيدروكسيد الكالسيوم (عجينة باريس) حيث أعطى الخليط من مونة الجبس والجير بنسبة ٢,٥ ٪ مقاومة ضغط اكثر من النسب الأخرى حيث سجلت قيم ٥٧,٤ كجم / سم٢ وبدون اختلاف فى قيم الكثافة الكتلية ٠,٩٤ جم / سم٢ وقد أشار إلى أن عملية تميؤ الجبس hydration of gypsum تعتمد على طبيعة الجبس وكمية الماء ودرجة الحرارة والشوائب الموجودة به و الأملاح وقد لاحظ أن إضافة $Ca(OH)_2$ إلى الجبس تعمل على تنشيط عملية التميؤ للجبس متفقاً مع الأبحاث التى أجراها Lea 1976 وأن زيادة مقاومة الضغط فى المراحل الأولى تعزو إلى تنشيط عملية التميؤ كما أن إضافة $Ca(OH)_2$ إلى الجبس تعمل على نقص لزوجة الخليط ونقص ماء التشغيل مؤديا كذلك إلى زيادة مقاومة الضغط كما لاحظ زيادة مقاومة الضغط

للجبس بإضافة ٢٠ ٪ رمل و لم تتغير قيم مقاومة الضغط مع إضافة ٥ ٪ هيدروكسيد الكالسيوم ولكن مع إضافة ١٪ أسمنت كبريتى Super sulphate cement لاحظ ارتفاع قيم مقاومة الضغط أكثر من الخلطات السابقة كما أستنتج أن إضافة ٢٠ ٪ رمل للجبس مع لإضافة ١٪ $Ca(OH)_2$ + ١ ٪ أسمنت Super sulphate cement يعطى قيم مقاومة ضغط اكثر من الخلطة السابقة وأن هناك ارتباط ما بين زيادة مقاومة الضغط ونسبة الجير المضاف وأن إضافة الأسمنت البورتلاندى إلى الجبس يمكن أن ينتج عنهما Etteringite والذى يتميز بتمدده مسببا الشروخ وانخفاض متانة وقوة المونة بعد ١٤ يوم من العلاج وقد اوصى بإضافة نسبة ٥ ٪ من الأسمنت Super sulphate cement وذلك لعمله على رفع متانة مونة الجبس

أهم أنواع الأخشاب المستخدمة فى عمائر مدينة رشيد :

وقد تعددت أنواع الأخشاب المستخدمة فى عمائر مدينة رشيد سواء الأنواع المحلية أو الأجنبية وهى :

أولاً الأخشاب المحلية :

١- خشب نخيل البلح Data palm

وهو يتبع جنس نخيل البلح .Phoenix spp والاسم العلمـــى لـــه Phoenix dactylifera L. اسم العائلة Arecaceae (palmae)

ويزرع النخيل فى مصر من قديم الزمن فقد وجدت نماذج منه حـــديثا فى الغابات المتحجرة بجبل المقطم كما أدخل العرب بعضا منه بمصر عن طريـــق المغرب أو الواحات وقد كان معروفا لدى قدماء المصريين فقد رسم على معظم آثارهم الفرعونية ومن أمثلة ذلك عدد من مقابر الأسرة الثامنة عشرة بجبانة طيبة وهى أشجار طويلة ساقها أسطوانية الشكل لونها اسمر أو مائـــل إلى الاحمـــرار وتزرع بكثرة مدينة رشيد حتى قيل أنها بلد المليون نخلة .

وقد استخدمت جذوع النخيل وكما هو الحال فى التسقيف وذلك فى منزل فرحات الدور الأرضى ولكنه لم تستخدم بصورة شائعة فى تسقيف عمائر رشيد بالرغم من كثرة أشجاره بالمدينة.

٢- خشب الجميز Sycamore

جاء ذكر الجميز كثيرا فى النصوص المصرية القديمة وقد استخدم فـــى صناعة القوارب وفى عمل التماثيل منذ أقدم العصور وتعتبر من أهم الأشجار التى زرعت فى مصر منذ عصر ما قبل الأسرات حيث جلبت من أثيوبيا إلى مصر وقد

أكتشف ونلوك Winlock جذور هذه الشجرة فى فناء معبد نب حتب رع (منتوحتب) بالدير البحرى من الأسرة الحادية عشرة ولا تزال شجرة الجميز تنمو بوفرة فى مصر حتى الآن .

وخشب الجميز مرن ولين ويسهل تشكيله وقد استخدم فى أخشاب طاحونة أبو شاهين ونلاحظ ندرة استخدام خشب الجميز فى عمائر مدينة رشيد وذلك لارتفاع نسبة الرطوبة بالمدينة وبالتالى زيادة معدل التلف بالفطريات والحشرات لتأثره الشديد بالتغيرات فى درجة الحرارة والرطوبة .

٣- خشب السنط Nile Acacia

خشب السنط أو السنط العربى أو شوك العرب والاسم الإنجليزى

Acacia arabica (Lam.) willd

اسم العائلة Fam. Mimosacea العائلة الميموزية (الطلحية)

وهى شجرة مستديمة الخضرة صغيرة أو متوسطة الحجم يبلغ طولها حوالى ١٢م وتعتبر نوع طبيعى فى منطقة الجزيرة العربية وفى إفريقيا والهند وسيلان وبورما وتنمو فى المناطق الحارة ذات المناخ الجاف وخاصة التى يقل معدل سقوط الأمطار بها.

وقد عثر على أجزاء من خشب السنط من عصور ما قبل التاريخ وبخاصة فى البدارى ومن عهد الأسرة الثالثة كما عثر على رسم شجرة سنط من عهد الأسرة الثانية عشرة فى مقابر بنى حسن (مقبرة خنم حتب) .

ويمتاز خشب السنط بقوته وصلابته ولونه الداكن ومقاومته للماء وخاصة بعد تعطينه ومقاومته الطبيعية للآفات لذلك استخدم فى أخشاب البناء والأبواب والشبابيك والأثاث والمراكب والسواقى وبعض الأدوات الزراعية وقد استخدم فى طاحونة أبو شاهين .

كما يمتاز خشب السنط باستقامة أشجاره إلى حــد مــا ومقاومتــه للحشرات وقلة تأثره بزيادة أو نقص درجات الحرارة والرطوبة النسبية فى الوسط المحيط به .

٤ – خشب الاثل (الطرفاء)

وهو يتبع العائلة الأثلية Fam. Tamaricacaea

الاسم العلمى أو اللاتينى Tamarix aphylla (L.) karst.

(Tamarix articulata vahl.)

تضم العائلة وتحوى أشجار وشجيرات تنمو معظمها فى منطقة البحــر المتوسط وفى المناطق المعتدلة وتحت الاستوائية فى الصحارى وشــواطئ البحــار أفرعها أسطوانية عديدة لونها رمادى تكون تاج مرتفع لأعلى وتوجد أشــجاره فى مصر والعراق و السعودية وفلسطين وهى تجود فى الأراضى الرملية والملحيــة فهى أشجار تتحمل الجفاف والملوحة كما تتحمل رياح البحر المالحة .

وقد عثر على أجزاء من خشب الأثل من العصر الحجرى الحديث من فترة الحضارة التاسية وفترة البدارى ويمتاز خشب الأثل بصلابته وثقله ولونــه الأبيض ويستخدم فى صناعة السفن والعربات و آلات الزراعة وهو يشبه السنط فكلاهما قوى ومتين لا يتأثر بالماء ويقاوم الحشرات والفطريات ولا يتأثر بدرجة كبيرة بالتغيرات المفاجئة فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية المحيطة مما يجعله صالحا لصناعة الأخشاب المطعمة وصناعة الدسر والوصلات الخشبية و لا تزال شجرة الأثل تنمو بوفرة فى مصر حتى الآن ويصل محيط هذه الشجرة عند قاعدتها حوالى ثلاثة أمتار .

ثانيا الأخشاب الأجنبية :

نظرا لموقع مدينة رشيد المتميز على طريق التجارة العالمية ووفرة الأخشاب الجيدة بأقاليم الدولة العثمانية بآسيا الصغرى وسوريا ولبنان بالإضافة إلى عمليات التبادل التجارى مع الدول الأوربية المجاورة مما أدى إلى وفرة الأخشاب الجيدة الأجنبية بمدينة رشيد ومن أهم أنواعها التى استخدمت سواء فى مواد البناء للمنازل أو فى أثاثها :

خشب الصنوبر :

وهو شجر كبير الحجم وهو يعتبر من أهم الأخشاب التجارية وتضم عائلة الصنوبر Fam. Pinaceae تسعة أجناس وحوالى ٢١٠ نوع توجد منتشرة فى جميع أنحاء العالم وتتركز فى الجزء الشمالى من الكرة الأرضية والغابات الاستوائية وخلف دائرة القطب الشمالى وهو خشب غير مسامى ناعم لين يحتوى على الصموغ بدرجات مختلفة حسب الأنواع من الصنوبريات اللينة أو الصنوبريات الصلدة الجامدة ويمتاز الصنوبر القلب ما بين الاصفرار المائل إلى الاحمرار أو البنى اللحاء أبيض مائل إلى الاصفرار ، طرى خفيف كثير العقدة غليظ الحبيبات ، كثيف متين ، قليل المرونة معتدل الانكماش سهل الشق سيئ التلميع يقاوم فى العراء يصاب نادرا بالعفن ، لا يسلم من الإصابات الحشرية ويعرف تجاريا باسم خشب الموسكى أو سويد .

ويقسم خشب الصنوبر طبقا لمجموعات الصنوبريات الناعمة الأخشاب Soft-pines ومجموعات الصنوبريات الجامدة الصلدة Hard-pines وتشمل الصنوبريات الصمغية و الراتنجية والصنوبريات الصفراء الجنوبية والصنوبريات الصفراء الغربية وتضم عائلة الصنوبر تسعة أجناس أشهرها جنس الأرز Cedrus spp.

(أ) جنس الأرز : .Cedrus spp

يحتوى الجنس على أربعة أنواع منتشرة فى منطقة حوض البحر الأبيض وهى أشجار كبيرة ذات ساق قوية والقلف متشقق وقمته عريضة ويمتاز خشب الأرز بمتانته ورائحته الذكية ولون الخشب أبيض مائل إلى الاحمرار وذو مـــذاق وطعم مر فهو يقاوم الإصابة بالفئران خاصة ويستعمل فى صناعة التماثيـــل وفى مواد البناء للتسقيف وذلك لمقاومته للإصــابة بالآفــات الفطريـــة والحشـــرية وتستخرج من أخشابه المادة الراتنجية Cedria المستخدمة كمـــادة حافظـــة لذلك تستعمل نشارة خشب الأرز فى التحنيط وأهم أنواعـــه الأرز اللبنـــانى Cedrus atlantica manittiالموجود على جبال أطلس فى شمال أفريقيـــا والأرز البريفيفوليا Cedrus brevifollia henry الموجود فى جبال جزيرة قبرص ، وهى شجرة كبيرة الحجم يبلغ ارتفاعها حوالى ٧٥ - ١٢٠ قدم وقطر ٣ قدم وينمو فى لبنان وسوريا وجبال طوروس المرتفعات الجبلية وموطنه حوض البحر المتوسط ومنطقة الشرق الأوسط .

وقد ذكر خشب الأرز فى المتون المصرية باسم (عش) وقد اســـتورد الملك سنفرو أول ملوك الأسرة الرابعة خشب الأرز بكميات كبيرة كما يتضح من نصوص حجر بالرمو وقد استخدم النجار المصرى القديم خشـــب الأرز فى صناعة السفن مثل مركب خوفو ملك الأسرة الربعة ومقاصير توت عنخ أمون وهو من اكثر الأخشاب المستوردة صلاحية للاستخدام فى صناعة الأثاث فقـــد استخدم فى صناعة دواليب الأغانى والدواليب الحائطية والموردات .

(ب) جنس الصنوبر Pinus spp

اسمه العربى الصنوبر العـــربى Stone pine or Umbrella pine و اسمه العلمى .Pinus pinea L وأشجاره يبلغ ارتفاعها ٢٥م وينمو بكثرة

فى سوريا ولبنان والعراق وإيطاليا وأسبانيا والبرتغال وهناك نوع آخر يسمى صنوبر زاويتا أو البروتى Zawita pine (Pinus brutia ten) يصل ارتفاعه إلى ٣٥م لها ساق مستقيم وقد اعتبر هذا النوع أحد ضروب الصنوبر الحلبى وهو ينتشر فى إيطاليا وفرنسا وتركيا وقبرص وسوريا ولبنان وهو خشب غير مسامى متوسط الكثافة يستخدم فى أعمال البناء فى التسقيف والأثاث وأخشاب الأرضيات والشبابيك والأعمدة وهناك نوع آخر منه يسمى الصنوبر الاسكوتلندى أو الحوجى Scotch pine اسمه العلمى Pinus silvestris L. وهو ينتشر فى شمال أوربا ويصل ارتفاعها حوالى ٤٠ م ويستخدم فى الإنشاءات وهو ضمن مجموعة السويد Scotch pine .

٢ – العائلة البلوطية Fam. Fagaceae

وتشتمل على جنسين هى الزان والبلوط وتعتبر هذه العائلة ذات أهمية من الوجهة الاقتصادية حيث أن جميع أفرادها تنتج أخشاب جيدة :

(أ) جنس الزان Fagus spp. (beach)

وهو لا يوجد فى منطقة الشرق الأوسط إلا فى مناطق صغيرة فى تركيا ويعتبر الزان الأوروبى من أهم الأنواع فى إنتاج أخشاب الزان فى أوربا وهى عبارة عن أشجار يصل ارتفاعها إلى حوالى ٤٥ م وساقها أسطوانى الشكل ولونه مائل قليلا للاحمرار أو مائلا قليلا إلى اللون البنى ، صلب للغاية معتدل الثقل قليل المرونة شديد الانكماش عسير الشق عسير التسمير جيد التلميع سهل التلوين يقاوم الضغط لا يلتوى ، يقاوم المؤثرات الجوية لا يقاوم الرطوبة ومعرض للعفن والإصابات الحشرية يكثر استخدامه فى عمل الخرط سواء للشبابيك أو الدواليب الحائطية أو الأغانى والمشربيات والرواشن .

(ب) جنس البلوط Quercus spp

يعتبر هذا الجنس من أهم الأشجار الخشبية التى تنتشر فى نصف الكـــرة الشمالى ويكثر فى أوربا والشرق الأوسط وأمريكا ومن أهم أنواعه بلوط العفص **Quercus infectoria oliv.** والبلوط العـــادى **Quercus aegilops L.** وهــو خشب بنى صلب قوى ومقاوم للتعفن ومسامى وحلقى ولونه أصـــفر رمـــادى وأيضا زيتونى قاتم ، اللحاء مائل للاصفرار إلى الأبيض مائل للاحمرار ، صـــلد معتدل الثقل خال من العقد دقيق الحبيبات مرن عسير الشق عســـير التســـمير ويسمى بعض أنواعه (الأرو) ويستخدم فى البناء وبخاصـــة فى الميـــد الخشـــبية والتسقيف وصنع السفن والأثاث ، ويعتبر خشب البلوط من الأخشاب الجيـــدة التى تتحمل الأجواء المختلفة .

٣- خشب السرو Cypress

يتكون جنس السرو من ١٥ نوع من الأشجار والشجيرات الموجـــودة فى حوض البحر المتوسط والأردن وخاصة فى إيطاليا واليونان وقبرص والمكسيك وغرب أمريكا الشمالية وهذا الخشب متجانس التركيب وناعم قوامه حسب له رائحة مميزه ولون الخشب أبيض مائل إلى الاصفرار بينما خشب القلب بنى اللون أو أصفر رمادى ويستعمل فى الأثاث والأعمدة وعموما هو له صفات ميكانيكية جيدة والخشب غير مسامى ويستخدم فى أعمال النجارة الدقيقة ويصـــنع منـــه صوارى المراكب الشراعية نظرا لاستقامته ويستخدم فى التسقيف حيث يحمـــل عليها العروق الخشبية . ويمتاز خشب السرو بصلابته وجودته ومتانة أليافه وعدم تأثره بالحشرات وذلك لقلة نسبة الماء بداخله .

الخواص الفيزيائية والميكانيكية للخشب

Physical and mechanical properties of archaeological wood

تعتبر الخواص الفيزيائية والميكانيكية من الخواص الهامة للتعرف على مدى التغيرات التي طرأت على الخشب نتيجة لعمليات التقادم الطبيعي كما أنها مؤشر على مدى متانة الخشب ومقاومته للتغيرات البيئية المحيطة .

أولا : الخواص الفيزيائية :

١ - الكثافة Density

إن الخشب أخف وزنا من الماء ويختلف الوزن النوعي له من ٠,٣ - ٠,٩ جم / سم ٣ .

تتأثر كثافة الخشب نتيجة للتغيرات البيئية المحيطة به ولذا تختلف كثافة الخشب الحديث عن الخشب الأثرى وذلك لعمليات التقادم الطبيعي له وعوامل التلف المختلفة المحيطة به لذا تنخفض كثافته لانخفاض متانته وتحطم خلاياه ويتم تعيين كثافة الخشب عن طريق تعيين وزن وحجم عينة من الخشب وقياس مساميتها .

وتختلف الأخشاب فى وزنها وكثافتها فهناك خشب ثقيل و آخر خفيف والكثافة النوعية (الثقل النوعى) وتعتمد كثافة الأخشاب على حسب نوع الخشب وعمر الشجرة وعلى نسبة ما تحتويه من مواد راتنجية وماء وكذلك على نسبة الألياف فيها وبالتالى مقاومة الخشب للأحمال ، وممكن باستعمال طريقة معملية بسيطة تتلخص فى وزن قطعة من الخشب مبدئيا ثم تجفيفها فى فرن تجفيف عند درجة حرارة ١٠٥° م ثم إعادة وزن الخشب الجاف ثم تطبيق المعادلة

التالية :

النســبة المئويــة لرطوبــة الخشــب (المحتــوى المــائى الــداخلى) =

$$\frac{\text{وزن الخشب قبل التجفيف — وزن الخشب بعد التجفيف}}{\text{وزن الخشب الجاف}} \times ١٠٠$$

وبمقارنة الخشب المغمور فى الماء مع الخشب الحديث نجد ازدياد كثافته لازدياد محتواه الرطوبى إلى أقصى نسبة نتيجة إحلال الماء محل الهواء الموجــود فى الخشب كما أن انخفاض كثافة الخلايا قد يعزو إلى عملية الترح للكربوهيدرات من اللجنين وبالتالى يتزايد جودة الخشب ومقاومته للأحمال بزيادة كثافته.

٢ - درجة الامتصاص Water absorption

يعتبر الخشب كغيره من المواد العضوية يتأثر تأثرا كبيرا بتغير الرطوبــة النسبية المحيطة حيث إنه يفقد الماء ويكتسبه بسهولة تبعا لنقص أو زيادة الرطوبة فى الجو المحيط نظرا للخاصية الهيجروسكوبية للأخشــاب وتختلــف الخاصــية الهيجروسكوبية لمكونات الخشب حيث يعتبر الهميسيليولوز اكثر هيجروسكوبية بينما يعتبر اللجنين الأقل ويقع السيلولوز فى وضع وسط ، ففى حالــة تلــف الخشب المغمور فى الماء يهاجم الهميسيليولوز بينما يكون اللجنين أكثر ثباتا وعلى ذلك فالمحتوى العالى للأخشاب من اللجنين يجعلها أقل هيجروسكوبية وقد تزيد قيم المحتوى الرطوبى (EMC) اكثر من الخشب الحديث ويزيد مــع زيــادة الرطوبة المحيطة عن ١٠٠ ٪ وهذا يفسر انكماش الخشب المغمــور فى المــاء . والزمن وحده لا يعطى تأثير ملحوظ على تغيرات فى خاصية الهيجروسكوبية .

ويحدث عملية انكماش فى الخشب المغمور فى الماء اكثر من الخشــب الحديث وذلك لتشبعه بالماء فى الفجوات وتحطم خلايــاه وذلــك لاخــتلاف

التركيب و التكوين للجدر الخلوية يعطى انكماش غير متساوى والتفاف والتواء الخشب وقد يعزو ذلك إلى تلف الكربوهيدرات وانخفاض التبلور فى السيلولوز المتبقى وانخفاض عملية التبلور لا تؤدى إلى زيادة الهيجروسكوبية فحسب ولكن أيضا يسمح بالانكماش بالتوازى مع اللويفات السليولوزية كما أن انخفاض متانة جدران الخلايا يجعلها أقل مقاومة لضغوط الجفاف ويكون من الرقة بحيث لا يقاوم الشد السطحى لعمود الماء الحر فى تجاويف الخلية وبالتالى ينهار .

والانكماش فى الخشب الحديث لا يتجاوز ٠,٦ ٪ إلا انه قد يصل إلى ١٠ ٪ فى حالة الخشب القديم ويزيد معدل الانكماش مع نقصان الكثافة ولذا يجب أن لا تزيد كمية الرطوبة فى الخشب المستخدم للأعمال الإنشائية عن ٢٠ ٪ .

٣ - المسامية Porosity

تعرف المسامية بأنها نسبة حجم الفراغات إلى الحجم الكلى للعينة وهى تعتمد على الفراغات الموجودة فى الخشب نتيجة وجود الأوعية والقصيبات والخلايا بالإضافة إلى الشروخ والفواصل وتزيد مسامية الخشب مع زيادة التأثير البيئى المحيط وعمليات الترح التى تحدث للمستخلصات الموجودة فى الخشب ويمكن تعيينها عن طريق المعادلة الآتية:

$$n = \frac{V_v}{V}$$

حيث أن n = قيمة المسامية

V_v = قيمة حجم الفراغات

V = قيمة الحجم الكلى للعينة

٤ - لون الخشب Wood colour

تختلف ألوان الخشب اختلافا كبير وهى من العناصر الهامة المميزة للأخشاب وتمثل قيمة عالية لبعض الأخشاب وهناك تراكيب لونيه يصعب وصفها ولكن يمكن تمييزها بالمران والخبرة والمقارنة ولون الخشب قابل للتغير نتيجة الظروف البيئية المحيطة كما أنه يختلف بين الخشب العصارى والخشب الصميمى فيكون الخشب العصارى دائما فاتح اللون أو أبيض بينما الخشب الصميمى غامق اللون (بنى أو بنى محمر) أو أسود .

٥ - رائحة الخشب وطعمه Odour and taste

تتميز بعض الأخشاب بأن لها رائحة خاصة وتختلف رائحة الأخشاب من رائحة التوابل أو رائحة خشب السدر إلى الروائح غير المقبولة وهناك أخشاب استوائية ذات روائح مميزة لكل نوع ورائحة الخشب تكون نتيجة لوجود المستخلصات الطيارة وهو ما قد يميز الخشب الصميمى وتقل رائحة الخشب تدريجيا بازدياد تعرضه للظروف الجوية نتيجة لتطاير المواد الموجودة فيه ويفيد المذاق والرائحة وكلاهما راجعا للمستخلصات الموجودة فى الخشب .

ثانياً : الخواص الميكانيكية Mechanical properties

تتأثر الخواص الميكانيكية للخشب نتيجة لعوامل التلف المختلفة المحيطة به من مهاجمة البكتريا والفطريات والحشرات مما يودى إلى انخفاض فى الخواص الميكانيكية نتيجة لعمليات التحطم الداخلية للخلايا بالإضافة إلى الأنفاق والثقوب الحشرية والتى تقلل من متانة الخشب وتختلف الخواص الميكانيكية للأخشاب تبعا لنوعها ولكثافتها والمحتوى الرطوبى ومعدل الحمل و عمر الخشب.

وتعتبر دراسة خواص الخشب الميكانيكية هامة حيث يمكن بوجه عام التعبير عن مقاومته للقوى المؤثرة عليه وتشتمل هذه الخواص على خاصية مقاومة الضغط Compressive strength ومقاومة الشد Tensile strength ومقاومة الإنحناء Bending strength ومقاومة القص Sheer وسوف يتم تناولها كالآتى :

(١) خاصية مقاومة الضغط Compressive strength

وتعرف بأنها الإجهاد اللازم لتكسير عينة من الخشب تحت تأثير ضغط حمل معين وليست محددة من جوانبها وتقدر هذه الخاصية بوحدات الإجهاد وهى خارج قسمة الحمل الكلى على مساحة مقطع العينة أى :

$$\text{المقاومة الضغطية للخشب} = \frac{\text{قوة الضغط كجم}}{\text{مساحة مقطع عينة الخشب سم}^2} = \text{كجم / سم}^2$$

وتتوقف درجة تحمل الأخشاب للجهود الواقعة عليها على كثافة الخشب بالإضافة إلى نسبة المستخلصات فيه ومن المعروف أن صفات المتانة فى الأخشاب تتناسب عكسيا مع نسبة الرطوبة بها كما أن الحرارة العالية تقلل من متانة الخشب .

ومقاومة الخشب للضغط فى اتجاه الألياف حوالى ربع مقاومته للشد فى اتجاه الألياف كما أن مقاومة الخشب للضغط عموديا على اتجاه الألياف صغيرة بالنسبة للضغط فى اتجاه الألياف والنسبة بينهما حوالى ٠,١ لذلك فإن استخدام الخشب فى المنشآت يجعله يتحمل اجهادات فى اتجاه الألياف مثل الضغط والإنحناء ، وتعتبر مقاومة الخشب للضغط فى اتجاه الألياف هى المقياس الرئيسى لبيان تحمل الخشب وجودته ويبين الجدول التالى مقاومة بعض الأخشاب للتحميل فى الضغط والإنحناء والقص حيث الاجهادات الناتجة فى اتجاه الألياف .

جدول (٨) بعض الخواص الميكانيكية لبعض أنواع الأخشاب:

نوع الخشب	الاجهادات فى اتجاه الألياف كجم / سم٢				معايير المرونة طن /سم٢
	الوزن النوعى	الضغط	الإنحناء	القص	
الخشب الأبيض	٠,٤	٤٠	٧٥	٨	١١
الموسكى	٠.٤	٣٧	٦٥	٨.٥	٩
البلوط	٠،٥٥	٤٥	٩٠	١٣	٩.٥
الأرز	٠,٣٣	٣٥	٥٥	٦	٨
القرو	٠,٦٧	٥٠	١٠٠	١٤	١٢

ويجب مراعاة عند القيام بعملية تعيين لخاصية مقاومة الضغط لعينة الخشب مراعاة أولاً مقاس العينة ودرجة رطوبتها ووجود الشروخ والعقد بها وعمر العينة ومعدل التحمل واتجاهه بالإضافة إلى نوعية الخشب وكثافته وذلك لتأثير هذه العوامل على مقاومة الضغط

حيث تزيد قيم مقاومة الضغط من نقطة التشبع للألياف بالرطوبة إلى تجفيفها بالفرن كما أثبت (Dinwoodie 1981) أنه فى حالة وجود العقد

فإن تأثير الرطوبة يتناقص مع زيادة مقاس العقد كما أنها تعمل على انخفاض متانة الخشب وذلك لحجمها وتوزيعها فى الخشب كما أن قيم الضغط تعتمد أيضـــا على درجة الحرارة فقبل الوصول إلى درجة حـــرارة ٩٥° م تحـــدث تغـــيرات مسترجعة فى الخشب أما بعدد درجة حرارة ٩٥° م فتكـــون الـــتغيرات غـــير مسترجعة .

كما أن مهاجمة الفطريات تعمل على انخفاض وزن العينـــة وكـــذلك فقدان متانتها فعند مهاجمة فطر العفن اللـــين Chaetomium globosum لخشب القان Birch يحدث فقد فى الوزن حوالى ٦ ٪ مع فقد فى المتانة حوالى ٥٩ ٪ .

كمـــا أن Chapman and Scheffer 1940 أشـــار إلى تـــأثير Basidiomycatina (العفن الأبيض والبنى) الخطير لها على متانة الخشب حيث أن تأثيرها على خشب الصنوبر العصيرى Pine sapwood يخفض من متانته من ١٥ – ٣٠ ٪ كما أشار Pittifor 1939 إلى أن تصنيع خشـــب Obeche sapwood بواسطة فطر Botryodiplodina theobromae يخفض متانته بمعدل يصل إلى ٤٣ ٪ ويعتبر العفن البنى أشد خطورة على متانـــة الخشب من العفن اللين وتعزو عملية فقد المتانة إلى تغلغل الهيفا الفطرية داخـــل الجدار الخلوى ونخرها له .

وفى حالة الجو الجاف فإن عينة من خشب الصـــنوبر Pinus pinea من هرم تيتى ترجع إلى عام ٢٣٥٠ ق.م مع مقارنتها لعينة حديثة من نفس نوع الخشب قد أعطيت نفس الصلابة عندما تكون موازية للألياف.

(٢) مقاومة الشد Tensile strength

وتعرف أيضا بأنها الإجهاد اللازم لتكسير عينة من الخشب تحت تــأثير شد حمل معين وتقدر هذه الخاصية بوحدات الإجهاد أيضا وقوى الشد تحــدث جهود شد ويقاوم الخشب إجهادات الشد فى اتجاه الألياف بدرجة كبيرة حيث تتراوح تلك المقاومة ٧٠٠ كجم / سم^{٢} إلى ٢٠٠٠ كجم / سم^{٢} ومقاومــة الخشب للانحناءات تتوقف على مدى مقاومته للضغط والشد والقص ويلزم أن يكون للخشب صلابة كافية تمكن من استخدامه فى المنشآت دون تغير كبير فى الشكل ويعبر معاير الكسر عن مقاومة الخشب للانحناء Bending وعمليــة انتفاخ الخلايا Swelling of cells فى الخشب ممكن أن تسبب فقد فى متانته فتأثير المواد الحافظة العالية التركيز (5% coper chromium aresenic) ممكن أن تؤدى إلى فقد ١٠ ٪ من مقاومــة الخشــب للانحنــاء Bending strength .

كما أشر Chapman and Scheffer 1940 إلى فقد خشــب Pine sapwood لمقاومته للانحناء عنــد تعرضــه لفطريــات التصــبغ Staining fung من ١ – ٥ ٪ .

وتأثير الفطريات على تلف الأخشاب وانخفاض مقاومتها للانحناء قــد ثبت أيضا من خلال الأبحاث التى قام بها (Henningsson 1967) وذلك باستخدام خشب القان Birch وتعريضه لفطريات العفن البنى Fomitopsis pinicola وذلك لمدة أسبوعين حيث انخفضت مقاومته للانحناء بمعدل ٤٧٪

وتنخفض قيم مقاومة الخشب للانحناء مع الزمن حيث تزيد أولاً مــن ٢٠٠ – ٣٠٠ سنة ثم تنخفض تدريجيا وقد يعزو ذلك فى البداية إلى زيادة تبلور السيليولوز حيث تكتمل العملية خلال ٣٠٠ سنة ويعزو عملية الانخفــاض فى

المتانة إلى تحطم الكربوهيدرات مع الوضع فى الاعتبار ثبات العوامل البيئية المحيطة إذ أن عدم ثباتها يغير من معدل مقاومة الخشب للانحناء على حسب نوعية الظروف البيئية المحيطة .

وعملية تحطم الكربوهيدرات تؤثر على مقاومة الانحناء والشد اكثر من مقاومة الضغط المتوازى مع الألياف كما أن مقاومة الانحناء للخشب تكون حساسة وتتأثر بالمراحل الأولى من التلف الحرارى .

(٣) مقاومة القص Shear strength

وتعرف بأنها تحمل العينة لإجهاد قاص والتغير الحادث فى العينة يسمى بإزاحة القص Shear Deformation ومقاومة الخشب للقص فى اتجاه الألياف ضعيفة عنها عمودية على الألياف ولذلك فان تأثير القص ذو فاعلية فى الكمرات القصيرة كبيرة العمق حيث يتسبب الانهيار بواسطة القص أى قص فى اتجاه الألياف .

وينتج عن أنواع الجهود السابقة للخشب أنواع من الانفعالات على حسب القوى المؤثرة علية سواء ضغط أو شد أو قص وكمية الانفعال الكلى الذى تتحمله المادة حتى تصل إلى نقطة الانهيار تعتبر مقياسا لصلابتها فالخشب الذى ينكسر فجأة بعد تعرضه لقليل من الثنى أو الضغط أو القص يعتبر هشا أما الأخشاب التى تتحمل الضغوط والقوى المؤثرة عليها ويحدث بها كسر تدريجيا وتأخذ طاقة اكبر حتى تصل لنقطة الانهيار تعتبر أخشابا صلبة ويحدث الانهيار عند وصول المادة إلى حد الانفعال .

ثالثاً الخواص الحرارية للخشب Thermal properties of wood

الخشب كالمواد الصلبة الأخرى يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة ولكن هذه الخاصية تكون ثلث مقدار تمدد أو انكماش الطوب ويبلغ معامل التوصيل الحرارى للخشب حوالى ٠,٩٦ وهو ينخفض عن الألومنيوم بمقدار ١٧٧٠ مرة لذلك يعتبر من المواد ذات العزل الحرارى الجيد والعزل الحرارى للخشب الرطب يساوى العزل الحرارى للماء ويتوقف توصيل الخشب للحرارة على ثلاثة عوامل هى اتجاه الألياف والمحتوى الرطوبى والثقل النوعى للخشب ، والخشب يوصل الحرارة فى اتجاه الألياف ٢,٥ قدر توصيله لها فى الاتجاه العمودى على الألياف وتزداد هذه المقدرة على التوصيل الحرارى بزيادة الرطوبة وتتناسب طردياً مع زيادة الكثافة ولذلك يستخدم الخشب فى تبطين الحوائط والأرضيات الداخلية للحجرات بالإضافة إلى استخدامه فى تسقيف منازل رشيد مما يعطى راحه للساكن وذلك لارتفاعه والعزل الحرارى الجيد له وتأثير ذلك على عملية التهوية للمنزل .

رابعاً : الخواص الكهربية للخشب Electrical properties

الخشب يعتبر عازل كهربى وتزيد درجة العزل الكهربى للخشب بزيادة كثافته وبزيادة جفافه فالخشب الرطب يوصل الكهرباء وبزيادة الرطوبة الداخلية للخشب يزيد معامل التوصيل الكهربى ويمكن قياس المحتوى المائى للأخشاب بقياس المقاومة الكهربية وهى من الطرق غير المكلفة للقياس .

خامساً : الخواص الصوتية للخشب Sound properties

للخشب خاصية امتصاص الأصوات ثم إصدار الرنين Resonance وقد استغلت خاصة الرنين لتمييز الأنواع المختلفة من الأخشاب وذلك بإدخال موجات صوتية على الأخشاب واستقبالها وتحليل الرنين الصادر من خلال جهاز إلكترونى يعطى قراءات تختلف باختلاف درجة الرنين والذى يعتمد بالتالى على تركيب الخشب وتنظيم حبيباته كذلك تعتمد على نسبة الرطوبة داخل الأخشاب وعلى عمر الخشب أيضا ومن طرق القياس غير المكلفة استخدام القياسات الصوتية لقياس خواص الخشب مثل قياس قوة الخشب ونسبة الرطوبة ونسبة الفراغات ونظرا لخواص الخشب فى امتصاص الضوضاء فإنه استعمل فى كساء الحوائط والأرضيات بمنازل رشيد.

العيوب الطبيعية للأخشاب :

تتوقف هذه العيوب على المكان المتروعة فيه الأشجار وعلى كيفية خدمتها وقطعها واهم هذه العيوب هو وجود الخشب الذى يتم نضجه ولذا لا تقطع الشجرة إلا بعد تمام نضجها ونموها حتى السن المناسب وقبل أن يتجوف باطنها وتصل إلى سن الشيخوخة .

ويمكن تلخيص هذه العيوب فى :

١ – العقد :

وهى نقط التقاء الفروع بالساق الرئيسى للشجرة ويتسبب وجودها فى صعوبة تشكيل وتشغيل الخشب وفى سهولة تقشره وفى ضعف مقاومته للأحمال

وقد تحتوى العقد مواد صمغية مما يجعل من الصعب تغطية الخشب عند هذه النقط تغطية مناسبة بالطلاء ولذلك فإن جودة الخشب ودرجته تعتمد على مدى كثرة العقد الموجودة به لأن قلتها تحسن من نوع الخشب.

٢- الشروخ :

وهى شروخ فى الاتجاه الطولى للجذع عمودية على الحلقات السنوية وتكون داخل الكتلة الخشبية أما إذا كانت تلك الشروخ ظاهرة من الخارج فتسمى شروخ شقية وهذه الشروخ الطولية تسبب ضعف مقاومة الخشب للقص فى اتجاه الألياف وقد تكون الشروخ فى اتجاه مستعرض قطرى وتسمى قطرية وهى فى نفس مستوى الحلقات السنوية وعمودية عليها .

٣- الشروخ الانفصالية :

وهى شروخ طولية تسبب انفصال بين الحلقات السنوية وبين الألياف الخشبية بعضها البعض على طول الألياف .

٤- التناقض الخشبى :

وهو وجود جزء من اللحاء على طول ركن القطعة الخشبية وذلك غير مستحب تواجده ولكن يمكن السماح به إذا كان بحالة بسيطة لضآلة تأثيره على مقاومة الخشب للأحمال .

٥- الألياف المائلة :

ويسبب ميل الألياف عن الاتجاه الطولى ضعف فى مقاومة تحمل الخشب وخصوصا إذا كان الميل اكثر من ١ : ٢٠ وقد أوضحت التجارب أن مقاومة

الكمرات والأعمدة الخشبية تقل بحوالى ٥٠ ٪ إذا كان ميل الألياف حوالى ١ : ٦٠ ولذا يلزم استبعاد الأخشاب ذات الألياف المائلة من الاستعمال فى المنشآت .

٦- الالتواء :

يحدث التواء لبعض الأشجار وذلك ناشئ من تأثير الرياح الشديدة على الشجرة وهى صغيرة .

٧- البقع :

هذا العيب بتلف ألياف الشجرة ولا تظهر البقع ذات الرائحة الكريهة إلا عند قطع الشجرة .

٨- الرضوض :

تنشأ هذه الرضوض من إلقاء الشجرة بعد قطعها من طرفها على الأرض فيحدث انكماش وتكسير فى أليافها .

٩- الانكماش :

تحتوى أخشاب الجذوع حين قطعها على نحو ٤٠ ٪ من المادة الغذائية ويقل هذا القدر إلى ١٢ ٪ بعد عمليات التجفيف حتى انه يمكن إدراك النقص الكبير فى كل من الوزن والحجم ويكون هذا النقص عادة فى المحيط .

١٠ - التعفن :

ينشأ التعفن من حمو الأخشاب وذلك قبل تمام نضجها ويتسبب من

الرطوبة التى تنشأ من عدم الالتفات إلى تهوية الأشجار خصوصا المركبة فى المبانى والتى تكون من أشجار غير تامة النضج .

١١ – عيوب ناتجة عن عملية الأقلمــــة Defects due to seasoning

وهى تشتمل على التشقق والالتواء وانفصال الألياف والانكمـــاش الغير متساوى .

١٢ – جيوب راتنجية Resin pocket

وهى عبارة عن فجوات فى الخشب مليئة بالراتنجات السائلة .

دراسة هيدروجيولوجية مدينة رشيد

تعتبر مدينة رشيد المدينة الأولى فى مصر ، بعد مدينة القاهرة ، التى مازالت تحتفظ بطابعها المعمارى المميز بما تحويه من آثار إسلامية قائمة ترجع إلى العصر العثمانى وتتنوع تلك الآثار ما بين آثار مدنية ودينية وحربية ومنشآت خدمات اجتماعية ، وتتميز تلك الآثار المعمارية القائمة بتواجدها وتركزها فى منطقة لا تتعدى ١ كم^2 لذا فإن العوامل المختلفة التى تؤثر على أمنها وسلامتها وبقاءها تعتبر فى مجموعها عوامل واحدة ، وقبل دراسة كيفية علاجها وصيانتها لابد من التعرف على الطبيعة الهيدروجيولوجية لمدينة رشيد للتوصل إلى معلومات وبيانات عن طبيعة البيئة المحيطة لهذه المبانى الأثرية المتفردة فى طابعها المعمارى والفنى .

أولاً: الدراسة الهيدرولوجية

معنى الهيدرولوجيا :

علم الهيدرولوجيا يبحث فى ظهور المياه وحركتها على سطح الأرض وكذلك مختلف أشكال الرطوبة التى قد تحدث وتحولاتها بين الحالات السائلة والصلبة والغازية فى الجو وفى الطبقات السطحية من الأرض ويهتم كذلك بالبحار المصدر والمخزن لكل المياه المنشطة للحياة على هذا الكوكب .

الدورة الهيدرولوجية :

والدورة الهيدرولوجية حيث يتبخر الماء من البحر إلى الجو ثم يسقط على هيئة أمطار إلى الأرض حيث يتجمع فى الجداول والأنهار لتجرى إلى البحر وتعرف بالدورة الهيدرولوجية وان بعض الماء يترشح داخل التربة ويسير إلى اسفل

أو ينفذ إلى الطبقة المشبعة Saturated zone تحت مستوى الماء الأرضـــي water table ويجرى الماء بيطء فى هذه الطبقة الحاملة للمياه ، المياه الباطنية إما تلتحم بالأنهار أو تصل إلى سواحل البحار وتتسرب إليها وهكذا تعاد الدورة مرة أخرى .

مياه الأمطار :

إذا توفرت لدينا خريطة دقيقة لتوزيع الأمطار التى تسقط فى إقليم مـــا استطعنا أن نعرف بشىء من الدقة مقدار ما يسقط من تلك الأمطـــار فى كـــل حوض وإذا قسمنا كل منها على مساحة الحوض الذى يسقط فيه حصلنا علـــى رقم يبين سمك المياه التى تسقط فى العام.

معدلات هطول الأمطار " التساقط " Precipitation

وهو تعبير شامل يعبر عن كمية المطر والثلج والبرد و الندى والصـــقيع وكل الظواهر الناتجة عن تبخر الماء فى الجو والكمية التى تعبر عن التساقط لكـــل شهر تعبر عن الفصول الجافة والرطبة وتقع جمهورية مصر العربية فى نطاق الإقليم الجاف حيث يقل معدل سقوط الأمطار عن ٥٠٠ مم فى السنة وتتركز الأمطار على السواحل الشمالية لمصر ويبلغ المعدل السنوى لمياه الأمطار حـــوالى ١٣٥م تنخفض بصورة ملحوظة كلما ابتعدنا عن الشاطئ جنوبا حيث تسقط رخات المطر من السحب الركامية والركام المزنى متأثرة بالأعاصير الشتوية الممطرة التى تكثر على الساحل الشمالى وقد تم توقيعها المؤثر على الساحل على التـــوالى فى خمس خطوط تساوى يمثل الخط الأول منها فيما بين حد الشاطئ اليابس ومياه البحر بأكبر كمية أمطار ١٥٠ مليمتر/ سنة يليه الخط الثانى ١٢٥ مليمتر/ سنة

والخط الثالث ١٠٠ مليمتر/ سنة والخط الرابع ٧٥ مليمتر /سنة يدل ذلك على أن كمية الأمطار تقل كلما اتجهنا إلى الجنوب وتوضح خريطة (٢) معـــدلات سقوط المطر فى أنحاء جمهورية مصر العربية .

وغالبا ما تزيد شدة التساقط فى الصباح الباكر و ليلا وبكميات كبير فى فصل الشتاء والخريف وتشير المعدلات الشهرية لسقوط الأمطار حيث تزيـــد فى شهر ديسمبر من فصل الشتاء و تنعدم فى شهرى يونيو و يوليو فى أوائل الصيف وتتميز الأقاليم الجافة ومنها مصر بظاهرة ارتفاع معامل الانحراف فى كميـــات المطر السنوى حيث تزيد كمية المطر السنوى فى بعض السنين يكون المطر فيهـــا اعلى من المتوسط بكثير ، هذه هى السنوات السمان وفى بعض السنين الأخرى يكون المطر اقل من المتوسط بكثير وهذه هى السنوات العجاف (نوبات الجفاف) وتكون نوبات الجفاف فى العادة نقص كمية التساقط فى موسم مطر واحد وقد يمتد إلى موسمين متواليين يعود بعدها المطر إلى معدله الطبيعى ومن حين لآخر قد تتعرض مصر للسحب الكثيفة Cloud bursts والتى تسبب سقوط أمطـــار غزيرة وقد يتجاوز معدل تبخرها ٣٠٠٠ ملى / سنة

ثانيا المياه الجوفية :

ويقصد بها الموجودة فى مسام الغلاف الصخرى وفى شـــقوقه وهنـــاك ثلاث مصادر رئيسية تلك المياه المصدر الأول الأمطار وتعرف بالميـــاه الجويـــة Meteoric water وهذه المياه تتوغل إلى البـــاطن عـــن طريـــق الفواصـــل والانكسارات والمسام الموجودة فى الصخور الرسوبية أما المصدر الثانى فيشـــمل المياه الحفرية القديمة المخزونة جيولوجيا Connate water وهى المياه التى استمرت تحتفظ بها مسام الصخور الرسوبية عند استقراها فى البحار أو البحيرات خاصة فى مسام الصخور الرسوبية وتتميز هذه المياه بملوحتها عند اســـتخراجها

وتظل هذه المياه محفوظة لعدة آلاف من السنين يعوق حركتها الطبقات الصماء غير المنفذة **Impermeable rock** مثل الطفل أما المصدر الثالث فهو باطن الأرض نفسه وتعرف المياه الآتية بالمياه المجماتية أو مياه الصهير **Magmatic water** وهى تخرج من بعض المعادن التى يتضمن تكوينها الأساسى جزيئات من المياه .

وتختلف كمية المياه المتوغلة فى المفاصل كما تختلف فى مدى العمق الذى تصل إليه من مكان لآخر ويتوقف ذلك الاختلاف على الصخور ودرجة نفاذيتها

مستوى المياه الجوفية

تنقسم الصخور فى علاقتها بالمياه الجوفية إلى نوعين رئيسين نوع يسمح لها بالتسرب Pervious ونوع لا يسمح بذلك Impervious وهناك فرق بين مسامية الصخر Porosity وبين قابلية الصخور لتسرب الماء فيها Perviousness فالصخور المنفذة للماء Permeable rock هى صخور تتميز بالمسامية مثل الحجر الرملى والحجر الجيرى ويمكن أن توجد المياه الجوفية فيها على عمق بسيط كما أنها تتميز بكثرة الشقوق والفواصل مما يساعد على حركة الماء فى ثناياها كما أن هناك صخور غير منفذة مثل الطين وذلك لتكونه من جزيئات متناهية فى الدقة وبالتالى فإن مساحته دقيقة لا تسمح عند ابتلاعها بتسربه إلى اسفل وبالتالى فإنه يشكل طبقة حافظة للمياه Aquiclude بينما تكون الطبقات الحاملة للمياه مجارى مائية جوفية Aquifers وهناك حدود لعمق مثل هذه الطبقات فمع زيادة العمق يصبح وزن الصخور العلوية اكثر مما يولد ضغط كفيل بغلق المسام والفتحات فى الصخور ويحد بالتالى من حركة المياه إلى اسفل لذلك فإن المياه الجوفية توجد طبقاتها على عمق عدة آلاف قليلة من الأقدام من سطح الأرض.

والعادة أن التكوينات التى تحمل المياه الجوفية إذا ظهرت على سطح الأرض امتدت أسفلها طبقات صماء تحول دون تسرب تلك المياه إلى اسفل أما إذا لم تساعد الظروف الطبيعية على وجود تلك الطبقة الصماء استطاعت الصخور المسامية أن تحتفظ هى بالماء وتحول دون تسربه إلى باطن الأرض ومن هذا ندرك أنه سواء وجدت الطبقة الصماء التى تمنع الماء من التسرب نحو باطن الأرض أو لم توجد فإن للمياه الجوفية مستوى لا تتسرب دونه .

ومستوى الماء الباطن هو المستوى الذى تتشبع أدناه طبقة صخرية بالمياه ويقع هذا المستوى فى معظم الأحوال على عمق متفاوت من السطح فيما عدا وجود مياه ساكنه على السطح مثل بحيرة فإنه يطلق على الطبقة التى تلى السطح اسم طبقة عدم التشبع Zone of intermittent saturation يليها طبقة التشبع الدائم Zone of permanent saturation وهى تمتد إلى اسفل حتى الطبقة الصماء وهى التى تكون الحد الأدنى الذى يبلغه التسرب الباطنى للماء ويطلق على هذا الجزء العلوى من طبقة التشبع الدائم اسم مستوى التشبع Level of saturation أو مستوى الماء الباطنى Water table

ومستوى المياه الباطنية يندر أن يكون مستويا نظرا لتأثره بعوامل عدة منها أن ما يسقط من الأمطار يختلف من جهة إلى أخرى كما أن مقدرتها على التسرب تختلف باختلاف الصخر .

والعلاقة بين مياه الأنهار وبين مستوى المياه الباطنية ليست من نوع واحد فى كل جهات العالم ففى الجهات التى تتألف من صخور صماء لا ينفذ فيها الماء لا تتجمع أى مياه جوفية بالقرب من سطح الأرض وقد تتجمع بمقادير كبيرة لاتصل إليها أودية الأنهار مهما عظم عمقها وفى الجهات التى تتألف من صخور مسامية تنفذ فيها المياه بسهولة وتكون على أعماق كبيرة من أودية

الأنهار فإن مجاريها تعلو كثيراً عن مستوى المياه الباطنى أما الأنهار الرئيسية فـــإن لعمق مجاريها عمقا كبير تصل إلى الصخور المشبعة بالمياه الجوفية فتجد لها فى المياه التى تحتويها تلك الصخور مورداً آخر يغذيها إلى جانب الأمطار التى تستمد منها الماء.

ويرتفع مستوى الماء الباطنى فى موسم الأمطار نتيجة لتســـرب الميـــاه خلال الشقوق والفواصل والمسام التى توجد فى الطبقات .

تقسيم خزانات المياه الجوفية فى مصر

(١) أنظمة الطبقات الحاملة للمياه فى الوادى والدلتا
Nile valley and Delta aquifer systems

أ- Nile valley aquifer

وهو يتكون من الحصى والرمل والطين يتناقص سمكة من حوالى ٣٠٠ م عند سوهاج إلى حوالى عدة أمتار بالقرب من القاهرة وفى الجنوب عند أســوان وجـــودة مائـــه جيـــدة وغالبـــا مـــا تســـتخدم فى الشـــرب والزراعـــة (TDS < 1,500 ppm) .

ب- Nile Delta aquifer

وهو يشبه Nile valley aquifer من حيث تكوينه من الحصـــى والرمل والطين ويزيد معدل الطين كلما اتجهنا شمالا وسمكه يتزايد كلما اتجهنـــا شمالا حيث يصل عند القاهرة إلى عدة مترات ويصل إلى حوالى ١٠٠٠ م علـــى

الساحل الشمالى وهو يحتوى على ماء نقى (TDS < 1000 ppm) ويتميز الجزء الشمالى من هذا النظام باحتوائه على الماء المالح الناتج من ماء البحر .

(٢) الأنظمة الساحلية Coastal aquifer systems

أ- منطقة البحر المتوسط Mediterranean region

تبلغ مساحتها حوالى ١٠,٠٠٠ كم٢ تتميز بارتفاع معدلات هطول الأمطار حيث تصل إلى ٢٠٠مم / سنة وتتميز بطبقات الحجر الجيرى الحبيبى Oolitic limestone aquifers الغالب فى منطقة غرب دلتا النيل يتراوح سمكة حوالى ٤٠ م ويرجع الماء العذب به إلى مياه الأمطار حيث يطفو بسمك حوالى ١م على الماء المالح الناتج من ماء البحر وملوحة هذا النظام Salinity تصل إلى (3000 ppm-5000 ppm)

(٣) نظام الخزان الحجر الرملى النوبى Nubian sandstone aquifer system

ويمتد هذا النظام عبر الصحراء الغربية ووادى النيل والصحراء الشرقية وخليج السويس وسيناء وتختلف ملوحة المياه فيه على حسب المنطقة وكذلك راسيا و أفيقا وتزيد كلما اتجهنا شمالا .

جدول (٩) يوضح مميزات أنظمة الصخور الحاملة للمياه الرئيسية:

Name of aquifer complex	Type locality	Depth of Top aquifer (M-GS)	Saturated Thickness (m)	Depth to water table (M-GS)	Porosity (%)	Salinity (pps)
Nile valley and Delta aquifer	Nile valley	0.20	10-200	0-5	25-30	<1500
	Nile Delta (south)	0.20	100-500	0-5	25-30	<1500
	Nile Delta (north)	20-100	500-1000	0-2	>30	<5000
coastal aquifer	Mediterranean coastal aquifer	0	<5	± 15	>30	1000-6000
Nubian sandstone complex	Western Desert	50-200	500-700	0-30	20	<1000

عن الخريطة الهيدروجيولوجية لمصر ١٩٨٨.

حركة المياه فى التربة

من الحقائق المعروفة أن المياه الجوفية فى التربة تتحـــرك إذا تعرضـــت لاختلاف فى منسوب المياه (يسمى الضاغط المائى) وتكون هذه الحركة سريعة ويلاحظ تأثيرها فورا إذا كانت التربة رملية وتكون بطيئة إذا كانت التربة طينية وإذا كان هناك حفر اسفل منسوب المياه الجوفية فإن ناتج الحفـــر مـــن التربـــة يستخرج بما فيه المياه المحتوية نتيجة لذلك سيكون هناك ضاغط مائى على جدار الحفر يصل إلى أقصى قيمة له عند منسوب قاع الحفر وهذا يسبب تحرك الميـــاه لتنساب داخل الحفر من جوانبه ومن أسفله كذلك فإن حجز هدار للميـــاه فى الأمام يؤدى إلى ضاغط مائى على الخلف مما يسبب تحرك المياه فى التربة اســـفل الهدار لتنساب خلالها من الأمام إلى الخلف ووجد أن سرعة حركة المياه فى التربة تعتمد على نفاذية التربة أى على خاصيتها وكذلك تعتمد على مقدار الضـــاغط المائى منسوبا إلى المسافة التى تحركها المياه فى التربة ويسمى الانحدار الهيدروليكى ويعبر عن هذه الظاهرة بقانون يعرف باسم قانون دراسى وهو:

$$V = K.i$$

حيث V = سرعة المياه فى التربة

K = معامل النفاذية

i = الانحدار الهيدروليكى

وتسرب المياه إلى التربة الطينية الجافة أو الطفلة يسبب هبوطا أو تمددا للتربة مع فشل فى مقاومة جهود القص كما تؤثر الحرارة على حركة المياه بالتربة ومن خلال الدراسات التى قام بها عبد الرازق عام ١٩٧٢م على دراسة حركة المياه فى التربة الطينية وتقدير معامل نفاذية التربة لبخار الماء حيث أن حركة المياه فى التربة تعتمد على هذا المعامل نتيجة لضغط بخار الماء الناتج مع تأثير الجهود الحرارية وكذلك تعتمد على العديد من العوامل التى تؤثر على حركتها فى التربة الطينية وهى :

١ - درجة التشبع **Degree of saturation**

٢ - الكثافة الجافة **Dry density**

٣ - نسبة المياه الأولية **Initial water content**

٤ - وقت تأثير الجهد الحرارى **Time temperature potential**

٥ - مقدار الجهد الحرارى

٦ - منسوب درجة الحرارة **Temperature level**

ومن نتائج التجارب هذه وجد أن تحرك المياه فى التربة الطينية يكون على هيئة بخار ماء من الجانب الساخن إلى الجانب البارد حيث تتحرك المياه فى التربة الطينية تحت تأثير الجهود الحرارية طالما تكون هذه التربة مشبعة جزئيا **Partially saturated** و أن اكبر تحرك لهذه المياه يحدث فى التربة الأقل درجة تشبع وفى حالة التربة المشبعة يمكن أن تتحرك هذه المياه إذا كانت طبقة

التربة مجاوره لطبقة أخرى غير مشبعة ويكون تحرك المياه فى التربة الأقل كثافة جافة كما تزداد حركة المياه فى التربة مع وقت تأثير الجهود الحرارية وتزداد بزيادة الجهود الحرارية ومعدل هذه الزيادة يعتمد على نسبة المياه الأولية للتربة ونسبة الفقد فى مياه طبقة التربة

$$\text{Percentage loss of water} = \text{معامل} \times \frac{\text{الجهد الحرارى المؤثر}}{\text{سمك طبقة التربة}}$$

وتعتمد قيمة هذا المعامل على الكثافة الجافة ونسبة المياه الأولية للتربة كما اثبت أن نسبة الهبوط و الانضغاط للتربة فى الاتجاه الرأسى تعتمد على نسبة فقد مياه التربة بالجفاف والمعتمدة على نسبة المياه الأولية للتربة حيث تزيد فى التربة ذات نسبة المياه الأولية القليلة .

صعود الماء الجوفى

عند انغمار التربة فى موقع البناء بالماء سواء بشكل مستمر لوجودها أمام مجرى مائى دائم (نهر – بحر) أو بشكل متقطع نتيجة لتجمع مياه الأمطار فى فصل الشتاء حيث ترتفع المياه إلى مناسيب اعلى بفعل قوى الضغط المسامى Capillary action وعملية الانتشار Diffusion وقوة الخاصية الاسموزية Osmosis حيث أن الأملاح الذاتية فى المياه الأرضية تكون فى صورة أيونات ملحية حيث تقوم هذه الأيونات بجذب جزيئات الماء من الأماكن المختلفة ونقلها إلى داخل الأحجار وهذه الظاهرة تعرف باسم تميوء الأيونات الملحية بالإضافة إلى قوة الامتصاص Suction .

ولا شك أن تذبذب مستوى المياه الأرضية تتحكم فيه عدة عوامل أهمها الجاذبية الأرضية Gravity وكذلك درجة الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط بالإضافة إلى نوعية التربة ورطوبتها وحجم مساحات المواد توزيعها و

استمراريتها وعلى العموم يحد الضغط الجوى من هذه الظاهرة فلا يزيد الارتفاع الفقرى الذى تبلغه اكثر من ١,٢٠م ويمثل الصعود بالخاصية الشعرية ٨٠ ٪ من حالات صعود الماء الجوفى واهم صفة تميز صعود الماء الجوفى بالخاصية الشعرية هى كونه غير متغير.

التحليل الكيميائى للمياه الجوفية

تؤثر المياه الجوفية فى التربة وما عليها من مبانى أثرية عن طريق ما تحمله من عناصر كيميائية ولذلك من الضرورى اخذ عينات من المياه الجوفية لتحليلها كيميائيا لتقييم خطورتها على التربة وعلى أساسات وحوائط المبانى القائمة عليها ويوضح الجدول الآتى حدود التقييم للمكونات الكيميائية الضارة التى يمكن تواجدها بالمياه

جدول (١٠) حدود المكونات الكيميائية الضارة بالمياه الجوفية:

المركب	المحتوى – جزء فى المليون		
	أضرار قليلة	أضرار شديدة	أضرار خطيرة
حامض الكربونيك $(H CO_2)$	١٥ – ٣٠	٣٠ – ٦٠	٦٠ <
الامونيا NH_4	١٥ – ٣٠	٣٠ – ٦٠	٦٠ <
الماغنسيوم Mg^{+2}	١٠٠ – ٣٠٠	٣٠٠ – ١٥٠٠	١٥٠٠ <
الكبريتات CO_3	٢٠٠ – ٦٠٠	٦٠٠ – ٢٠٠٠	٢٠٠٠ <
الأس الهيدروجينى pH	٦,٥ – ٥,٥	٥,٥ – ٤,٥	٤,٥ >

ويختلف التركيب الكيميائى للمياه الجوفية من مكان لآخر وذلك على حسب نوعية التربة والتركيب الكيميائى للأمطار حيث أن حدوث تلوث هوائى وتحول الأمطار إلى أمطار حمضية يؤثر على التركيب الكيميائى للمياه الجوفية بالإضافة إلى حدوث تلوث لمياه الأنهار وعلى مقدار قربها من مياه البحر حيث أن التركيب الكيميائى لمياه البحر يؤثر أيضا على التركيب الكيميائى للمياه الجوفية.

وقد قام محمد الصهجى وآخرون عام ١٩٩٨ م بتعيين التركيب الكيميائى للمياه الجوفية اسفل بيت السحيمى بالقاهرة والجدول (١١) يوضح نتائج التحليل التركيب الكيميائى للمياه الجوفية اسفل المنزل :

BH No.	Total soluble salts (ppm)	SO_3 ppm	NaCL ppm	Na_2CO_3 ppm	PH
1	2523	671	936	371	7.10
2	2127	520	585	424	7.35
3	2473	710	468	477	7.39
4	2920	735	819	530	7.45
5	2163	644	468	389	7.55
6	2621	790	585	445	6.75
8	2157	744	468	424	7.50
12	2292	690	585	223	7.30

جدول (١١) التحليل الكيميائى للمياه الجوفية اسفل أساسات بيت السحيمى بالقاهرة .

وتؤثر ملوحة البحر التى قد تصل من ٠,٣٥ – ٠,٤٠ ٪ على الخواص الكيميائية للمياه الجوفية وذلك لقربها من الخزان الجوفى الساحلى والمياه الجوفية فى شمال الدلتا وقد قام Skirrow G. and Reily J. P عام ١٩٦٥ م بالتحليل الكيميائى لعينة من ماء البحر ووجد احتوائها على أملاح الكربونات والكلوريدات والكربونات والجدول الآتى يوضح نتائج التحليل الكيميائى لعينة من ماء البحر.

جدول (١٢) التحليل الكيميائى لعينة من ماء البحر .

Na Cl	27.21 g
$Mg Cl_2$	3.81 g
$Mg Br_2$	0.08 g
$Mg SO_4$	1.66 g
$Ca SO_4$	1.26 g
$K_2 SO_4$	0.86 g
$Ca CO_3$ etc	0.12 g 33.74 /g/1000g solution

عن Reily J. P and Skirrow W. G. عام ١٩٦٥ م

ومن خلال التحاليل الكيميائية السابقة سواء للمياه الجوفية أو مياه البحر ومن خلال نتائج تحاليل عينات من التربة والحوائط والأساسات والمونات المستخدمة فى تشييد مبانى رشيد يتضح أن أهم الأملاح المتواجدة بالمياه الجوفية فى مدينة رشيد هى أملاح الكلوريد والممثلة فى ملح كلوريد الصوديوم $Na\ Cl$ و أملاح الكبريتات ممثلة فى ملح كبريتات الكالسيوم $Ca\ SO_4$ وكبريتات الماغنسيوم و أملاح النترات ممثلة فى ملح نترات الصوديوم $Na_2\ NO_3$.

ظاهرة ارتفاع المياه الجوفية فى مدينة رشيد

لعبت عوامل و أسباب عديدة دورا أساسيا فى ارتفاع منسوب المياه الجوفية منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلى :

١. الإسراف فى استخدام مياه الشرب ومياه الصرف الصحى المعالج لرى الحدائق والزراعات .

٢. تسرب المياه من شبكة توزيع المياه وشبكة توزيع الصرف الصحى وذلك بسبب تآكل الشبكة وعدم صيانتها .

٣. ترشح المياه من بيارات الصرف الصحى .

٤. الأمطار التى يتسرب جزء من مياهها إلى باطن الأرض فتؤدى إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية

٥. طبيعة التربة الرملية والتى تسمح بتسرب كميات كبيرة من مياه النيل ومياه البحر ورفعها لمنسوب المياه الجوفية .

٦. ارتفاع نسبة الرطوبة النسبية فى مدينة رشيد وذلك لتوفر المسطحات المائية والكساء النباتى حول رشيد وبالتالى قلة معدلات الجفاف وارتفاع المياه الجوفية نتيجة لقلة البخر .

ونظرا لتأثير الصرف الصحى على ارتفاع منسوب المياه الجوفية فى مدينة رشيد وذلك لعدم وجود شبكة للصرف الصحى واعتماد المدينة على شبكة ضيقة متواضعة بالإضافة إلى عدم وجود صيانة جيدة بها مما تسمح بتسرب كميات هائلة من مياه الصرف وساعد على ذلك طبيعة التربة الطينية والرملية فى المدينة فسوف يتم تناول مياه الصرف وذلك للتعرف على طبيعتها وتركيبها وأثرها على ارتفاع منسوب المياه الجوفية كما يلى :

مياه الصرف الصحى Demostic Sewage

تنشأ مياه الصرف الصحى نتيجة الاستخدامات المختلفة للمياه مثل الاستعمال المنزلى فى عمليات إعداد الطعام والاستحمام وعمليات الغسيل واستخدام دورات المياه كذلك تضاف مياه الأمطار وغيرها من الاستخدامات المختلفة للمياه داخل المدن .

وتحتوى مياه الصرف الصحى على مواد عضوية تشمل المخلفات الآدمية والصابون والمنظفات ومواد دهنية وزيتية وشحومات ومواد غذائية ومخلفات ورقية و أخرى غير عضوية مثل الرمال والطين والأموينا و أملاح الأمونيوم والأملاح المعدنية وخاصة أملاح الفوسفات والنترات.

ومكونات الصرف الصحى تختلف باختلاف الاستعمالات فمثلا تحتوى مياه المجارى على اكثر من ٩٩,٩ ٪ مياه بالإضافة إلى الشوائب التى تنتج من الاستخدام وتعتمد هذه الشوائب فى نوعيتها وكميتها على مجال استعمال المياه فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها بالنسبة للاستعمالات المنزلية وعن مياه الأمطار أو مياه الصرف الزراعى فمكونات مياه المجارى الآدمية تتكون من مواد عضوية وتتكون المواد العضوية من ٤٠ ٪ مواد نيتروجينية ، ٥٠ ٪ مواد كربوهيدراتية ، ١٠ ٪ مواد دهنية أما المواد غير العضوية فهى الكلوريدات

والنيتروجين والفوسفات وأكسيد الكالسيوم وهذه المواد توجد معلقة أو ذائبة فى المياه بالإضافة إلى الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات وهذه المياه تتميز باللون الرمادى الداكن والرائحة الكريهة الناتجة من تلك المواد العضوية بفعل البكتيريا اللاهوائية التى تحتويها هذه المياه .

وللتخلص من مياه الصرف الصحى من المنازل استخدم فى البداية نظام البيارات وهى عبارة عن آبار تحفر بجوار المنازل و مغطاة حيث تلقى بها مياه الصرف الصحى ويتم تفريغها عند امتلائها حيث تقوم عربات خاصة بنقلها خارج المدينة ثم استخدم نظام شبكة متواضعة للصرف الصحى داخل المدينة حيث تقوم بنقل مياه الصرف الصحى من المنازل وتوصيلها إلى النهر مما يؤدى إلى حدوث تلوث للبيئة المائية ويتوقف مقدار التلوث على كمية مياه الصرف الصحى الملقاة وما تحتويه من شوائب وفضلات واتساع النهر وسرعة سريان المياه داخل المجرى المائى وكمية الأكسجين الذائب فيه مياه النهر إضافة إلى نوع البكتريا ونشاطها فى تحليل الفضلات التى تحتويها هذه المياه مما يؤدى إلى تلوث المياه فى النهر والذى يسهم بدوره فى تغذية المياه الجوفية فى مدينة رشيد نتيجة لطبيعة التربة التى تسمح بتسرب مياه النهر وارتفاع منسوب المياه الجوفية.

كما قد تزيد مياه الصرف الصحى من منسوب المياه الجوفية مباشرة وذلك لرداءة شبكة الصرف الصحى الموجودة فى مدينة رشيد وعدم صيانتها بالإضافة إلى حالة التربة فى مدينة رشيد ومدى احتمالها ومقاومتها للإنضغاط وسماحها بتسريب سوائل المجارى لمده طويلة وان هذه السوائل أيضا لها المقدرة على تحلل بعض مواد التربة خصوصا الطبقات المكونة من الردم كما تضعف من احتمال الطينة الرسوبية وتزداد كمية مياه الشرب وسوائل المجارى المتسربة من شبكاتها مع القدم مع تسرب مياه الأمطار إلى طبقات التربة ونظرا لانخفاض

أرضية المبانى الأثرية برشيد عن أرضية الشوارع المحيطة نتيجة للنشاطات الإنسانية مما أدى إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية فى المبانى الأثرية برشيد لدرجة زيادة منسوب المياه الجوفية عن منسوب مياه نهر النيل المجاور وكمثال على ذلك مسجد زغلول الأثرى حيث قامت لجنة من مركز أبحاث المياه والمجلس الأعلى للآثار بتعيين مناسيب المياه الأرضية بالمسجد فقد اتضح أنها اعلى من مياه نهر النيل بمقدار ١,٦٣ م وقد نتج ذلك عن انخفاض أرضية الجامع بالإضافة إلى تسرب مياه الصرف الصحى من المنازل المحيطة بالجامع وعملها على ارتفاع منسوب المياه الأرضية بالمسجد وبخاصة فى السنوات الأخيرة حيث تبين صورة (٨) لمحراب مسجد زغلول والتى أخذت له عام ١٩٤٩م عدم وجود مياه بأرضية المسجد بالإضافة إلى وجود الزخارف الجصية المزينة للمحراب فى ذلك الوقت أما فى الوقت الحالى فقد ضاعت الزخارف الجصية تماما وذلك بفعل ارتفاع منسوب المياه الأرضية بالجامع وبخاصة فى السنوات الأخيرة و مع ازدياد تهالك شبكة الصرف الصحى القديمة للمدينة وزيادة معدلات الاستهلاك للمياه مع زيادة الكثافة السكانية للمدينة.

ويجب الإشارة فى هذه الصدد إلى نوع آخر من المياه وهى مياه الصرف الصناعى حيث تساهم كثير من المصانع وخاصة الكيماوية منها فى تكوين هده المياه والتى تسبب الكثير من الأضرار إذا ما ألقيت فى المجارى المائية وذلك لاحتوائها على تركيزات عالية من المواد السامة والعناصر الثقيلة والمخلفات العضوية بتركيزات عالية بالإضافة إلى احتوائها على المواد الكيميائية ذات الخواص المتعددة تبعا لنوعها ونوعية المصانع الناتجة عنها مثل مصانع الصوف والمعصرات والمصابغ وغيرها .

وقد قام الباحث بقياس مناسيب المياه الأرضية فى العديد من الأماكن

المتفرقة بمدينة رشيد أثناء أعمال الحفر لتركيب شبكات الصرف الصحى الحديثة خلال عام ١٩٩٧ م وجدول (١٣) يوضح مناسيب المياه الأرضية فى مدينة رشيد من أرضية الشارع وقد روعى أن تكون مجاورة للمبانى الأثرية بالمدينة وقد اتضح من خلال تعيينها ارتفاع مناسيب المياه الأرضية بصفة عامة بمدينة رشيد .

جدول (١٣) مناسيب المياه الأرضية ببعض مبانى رشيد الأثرية

م	اسم الأثر	مناسيب المياه الأرضية	التاريخ
١	منزل الامصيلى	١٢٠ سم	١٩٩٧/١/٢٣ م
٢	بوابة أبو الريش	٩٠ سم	١٩٩٧/١/٢٣م
٣	منزل فرحات	٦٥ سم	١٩٩٧/٥/١م
٤	منزل المناديلى	٨٢ سم	١٩٩٧/٥/٢٠م
٥	منزل مكى	٨٥ سم	١٩٩٧/٥/٢٠م
٦	منزل علوان	٩٠ سم	١٩٩٧/٦/٢٠م
٧	مسجد الصمادى	١١٠ سم	١٩٩٧/٦/١٥م

ثانياً جيولوجية مدينة رشيد

جميع المنشآت بأنواعها المختلفة تقام على الأرض والأرض كلمة كبيرة تحمل معان كثيرة ولذلك سمى الجزء من الأرض الحامل للمنشأ أو القريب منه أو المحيط به " التربة " لذلك فإن حالة المنشأ مرتبطة بالتربة المقام عليها .

وقد تحدث كوارث وتصدع وانهيارات للمبانى يكون مبعثها عدم دراسة طبقات التأسيس دراسة وافية وإهمال ميكانيكا التربة أو الخطأ فى تقييمها مما يؤدى إلى هبوط غير منتظم وبالتالى تصدع المنشآت المقامة فوقها وانهيارها كما أن تغير الظروف البيئية المحيطة بالمبنى وبخاصة تأثيرها على التربة مما يؤدى إلى تغير فى قوة تحملها للأحمال الواقعة عليها وبالتالى حدوث تصدع للمبنى .

ولذلك فإن دراسة العوامل المختلفة المؤثرة على تلف العناصر المعمارية والفنية لمبانى رشيد لابد أن تركز على دراسة البيئة المحيطة بالمبانى الأثرية برشيد والتى من بينها طبيعة التربة المقامة عليها هذه المبانى وبخاصة أن مبانى رشيد الأثرية تكاد تقع على مساحة لا تتعدى ١ كجم٢ وذلك للاستفادة من هذه المعرفة لوضع الحلول السليمة والمرتكزة على أسس عملية صحيحة للحفاظ عليها وصيانتها .

ولفهم طبيعة تربة رشيد لابد من التعرف على كيفية تكوينها ، فمدينة رشيد تقع شمال الدلتا وهى المساحة المنبسطة التى تمتد من نهاية وادى النيل عند القاهرة حتى سواحل البحر المتوسط وعن طريق نهر النيل الآتى من مياه الجهات الاستوائية ومياه هضبة الحبشة استطاعت تلك المياه أن تحمل لمصر رواسب تلك الجهات وبنوع خاص رواسب الحبشة وهى الرواسب الناعمة التى يتكون منها طمى النيل وقد أخذت هذه الرواسب فى التراكم منذ ذلك الوقت حتى الآن

ومنها تكونت طبقة الطمى الرقيقة التى تغطى قطاع وادى النيل وتغطى ارض الدلتا حيث تتكون على مصب النيل على حساب البحر ويتوقف نموها على عمود المياه فى المنطقة الشاطئية وعلى مقدار المواد المفتتة التى يأتى بها النهر ثم على قوة الأمواج والتيارات الساحلية التى تؤثر فيما يتجمع فى المنطقة الشاطئية من رواسب وتدل الأبحاث على أن الدالات فى نمو مستمر وعلى أن بعضها يتوغل فى مياه البحر بسرعة كبيرة فدلتا نهر المسيسبى تتقدم فى خليج المكسيك بنحو ٢٥٠ قدم فى العام وأن دلتا نهر الرون تتقدم فى البحر المتوسط بمعدل ٣٦ قدما فى السنة وأن دلتا نهر (الدانوب) ودلتا النيل تتقدمان بدرجة واحدة فى مياه البحر الأسود والبحر المتوسط بمعدل ١٢ قدما فى العام وتقدم الدالات على هذا النحو السريع يفسر كيف استطاعت بعض الدالات أن تمتد وتتسع حتى أصبحت عظيمة المساحة ومن الأمثلة على ذلك دلتا النيل التى يبلغ طولها ١٠٠ ميل وعرضها ٢٠٠ ميل ودلتا المسيسبى التى يبلغ طولها ٢٠٠ ميل ومساحتها ١٢ ألف من الأميال المربعة .

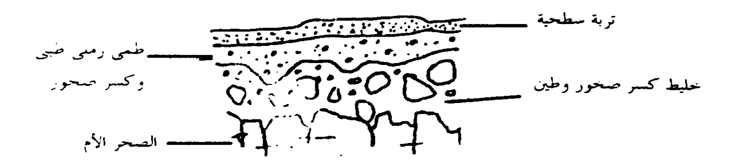
تقسيم التربة حسب نشأتها

تنشأ التربة نتيجة تأثير عوامل التحوية الميكانيكية والكيميائية والبيولوجية على الصخور ويمكن تقسيم التربة حسب نشأتها إلى قسمين رئيسين:

(أ) التربة المتبقية :

عندما تتعرض منطقة لأمطار غزيرة تتفتت الصخور وتجرف المياه اغلب الحبيبات الصغيرة المفتتة ومع العمق تحت سطح الأرض يقل التأثير ونجد الصخر الأم بنفس نوع التربة السطحية وهذا النوع من التربة موجود بالمناطق الاستوائية مثل الحبشة عند منابع نهر النيل حيث تتكون التربة فى طبقاتها العليا من خليط من

كسر الصخور مع التربة المتبقية الصغيرة الحبيبات وجميعها من اصل واحد



شكل (١) التربة المتبقية

(ب) التربة المنقولة :

تنتقل التربة بفعل الأنهار وتترسب على ضفافها فإذا كانت سرعة المياه عالية كما بالقرب من المنبع أو بجوار الشاطئ تترسب الحبيبات الكبيرة فقط أما إذا كانت سرعة المياه بطيئة كما بالقرب من المصب أو بعيدا عن الشاطئ تترسب الصغيرة الحبيبات وفى حالة سكون المياه تترسب حبيبات الطين البالغة الدقة.

والتربة المنقولة والمترسبة فى البحار مثل الموجودة فى مناطق شمال الدلتا فنتيجة ترسبها فى مياه مالحة تتنافر حبيبات الطين بها ويصبح تركيبها مفتوحا وبذلك فهو اقل كثافة منه واكثر تعرضا للانضغاط بالمقارنة بالتربة المترسبة نهريا.

ويمكن أن تنتقل التربة وتترسب بفعل حركة الهواء وهذه التربة يتكون منها الكثبان الرملية تكون منتظمة وصغيرة الحبيبات اغلبها من الرمل الناعم والطمى وهى المكونة للكثبان الرملية التى تغطى مدينة بولتين (رشيد قديما).

تكوينات التربة فى مصر

تتكون التربة فى مصر من الأنواع الأساسية الآتية :

(١) الرواسب النيلية

تتكون من طبقة سطحية من الطين والطمى أسفلها طبقة طمى أو رمل طينى أسفلها رمل ناعم إلى متوسط وبعض الزلط الرفيع .

توجد أحيانا طبقات رملية صفراء غالبا بها كتل متماسكة وهى اكثر خشونة كما توجد الترسيبات النيلية الساحلية التى رسبها نهر النيل فى البحر وهى من الطين البالغ الدقة (الغروى) الذى يظهر فى بعض مناطق الإسكندرية أو من الطين اللين مثل الموجود شمال الدلتا .

(٢) التربة العضوية

وهى ترسيب نيلى بحرى مشترك وتحتوى على خليط من الرواسب العضوية مع الطمى أو الطين أو الرمل .

تتواجد التربة العضوية حول فرعى النيل ويتراوح سمكها فى مناطق الدلتا من اقل من نصف متر إلى حوالى أربعة أمتار وهى توجد من دمنهور إلى شرق الإسكندرية .

(٣) التربة الصحراوية

وهى تتكون من الرمال المتماسكة وهى تتابعات من الرمال والطمى والطين بأسماك مختلفة يرجع التماسك إلى وجود مركبات الحديد أو الطمى أو الطين أو المواد الجيرية والدولوميتية .

بعض التربة الصحراوية انهيارى عند تعرضه للمياه والبعض الآخر لـــه القابلية للانتفاش ، من تكوينات التربة الصحراوية أيضا الطين الجـــيرى الـــذى يحتوى على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم ويسمى مارل وهو يشكل نسبة عالية من تكوين تربة مدينة ١٥ مايو شرق حلوان ومن صفاته انه شديد الصلابة مثل الحجر الجيرى وضعيف التأثير بالمياه إذا كانت نسبة كربونات الكالسيوم فيه عالية ولكنه قابل للتشقق والتغير الحجمى عند تعرضه للمياه إذا كانـــت نســـبة البللورات الطينية فيه عالية وغالبا ما تحوى طبقات الحجر الجيرى والمارل طبقات اقل سمكا من الطين المتحجر .

ويمكن تقسيم التربة إلى القسمين التاليين :

أولاً : التربة الطبيعية وتشمل المجموعات العامة الآتية :

١) الصخور ٢) الركام ٣) تربة غير متماسكة

٤) تربة متماسكة ٥) تربة عضوية

ثانياً : التربة المكونة تكويناً صناعياً .

أولاً : التربة الطبيعية

١) الصخور

وهى عبارة عن تربة صخرية وتتكون من صخور صـــلدة وقابليتـــها للنفاذية عالية تبعا للتشققات الموجودة بها وليس لها خاصية الانكماش والانتفاخ وتقسم إلى:

أ- صخور نارية ب- صخور رسوبية جـــ- صخور متحولة

٢) الركام

وهذه التربة عبارة عن أجزاء انفصلت عن الصخور الأصلية وانتقلت من مكانها عن طريق مجموعة من عوامل التعرية فكونت بالموقع التى استقرت به جزء من القشرة الأرضية وهى إما أن تكون مندمجة مع بقية أنواع التربة الأصغر حجما أو تغطى بمفردها بعض المواقع وبالأخص فى سفوح الجبال .

٣) تربة غير متماسكة

وهذه التربة تشتمل على زلط أو رمل أو أى خليط منهما وحبيبات هذا النوع من التربة لا يوجد بينها أى تماسك إلا فى أحوال خاصة ولا يجوز الاعتماد على مثل هذا التماسك فى المقاومة حتى فى هذه الأحوال إذ أن مقاومة هذا النوع من التربة يرجع إلى الاحتكاك الداخلى Internal frection بين الحبيبات وترتبط خواص هذا النوع من التربة ارتباطا وثيقا بكثافتها وذلك من ناحية مقاومتها للقص والتصلب أو بمعنى أدق نسبة الفراغات التى تتخلل الحبيبات وهى تشتمل على تربة زلطية Gravelly soil يتراوح حجم حبيباتها بين ٢ مم ، ٦ مم وقد تكون زلطية حسنة ومنتظمة التدرج ومحتوية على نسبة من الرمل والطين مما يعطيها قوة تماسك عند الجفاف .

كما قد تشتمل على تربة رملية Sandy soil حيث تتراوح أقطار حبيباتها بين ٢ مم ، ٠,٠٦ مم وقد تتماسك لوجود نسبة من الطين وتكون نفاذيتها متوسطة وخاصية الانكماش أو الانتفاخ متوسطة وقد تكون منعدمة .

٤) تربة متماسكة دقيقة الحبيبات Fine grained soil

وهذه التربة طميه غير عضوية جفافها يتم بسرعة نسبية وتتماسك حبيبات الكتل الجافة وتكون أبعاد حبيباتها ٠,٠٦ – ٠,٠٠٢ من المليمتر ،

خاصية اللدونة فيها تقل و تنعدم كما أن تفتيتها بالأيدى سهل ميسور فى حالة الجفاف وقد تشتمل على طمى يتخلله رمل ناعم جدا وهذا النوع من التربة قليل اللدونة وقابليته للنفاذ قليلة كما أن خاصية الانكماش والانتفاخ خفيفة والتربة الطينية المحتوية على مواد عضوية يكون قابليتها للنفاذ قليلة وخاصيتها للانكماش أو الانتفاخ من متوسطة إلى عالية.

أما إذا كانت تربة طينية بها قدر من الجير المضاف إليه رمل تكون تربة طفلية شديدة التماسك عند الجفاف فإذا مسها المياه تفككت على الفور ويطلق على هذا الأنواع من التربة تربة متوسطة قليلة الانضغاط **Soil having low compressibility** أما التربة متوسطة الانضغاط فهى التربة الطينية أو الرملية غير العضوية حيث تكون نفاذيتها قليلة وخاصية الانكماش والانتفاخ فيها عالية أما التربة عالية الانضغاط فهى التى تزيد نسبة الطين عن ٤٠ ٪ وتكون خاصية الانكماش والانتفاخ لها عالية .

٥) التربة العضوية عالية الانضغاط

وهذه التربة لونها العادى بنى أو أسود تمتاز بقدرتها العالية للإنضغاط ومن السهل التعرف عليها حيث أنها عبارة عن بقايا نباتية أو حيوانية متحللة أو أى تربة متوسطة خاصية الانكماش فيها عالية جدا وتتميز برائحتها المميزة وليونتها ونسبة المياه بها عالية فى كافة الحالات مما يؤدى إلى تعرضها لهبوط كبير ينجم دائما عن انضغاطها تحت تأثير ابسط الضغوط .

ثانياً : التربة الصناعية " الردم "

والمقصود بالردم هى تلك الطبقات التى كونتها يد الإنسان ولا يفضل التأسيس عليها لاحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية .

الخوص الطبيعية للتربة

تنقسم التربة بوجه عام إلى :

(١) التربة الخشنة

وهى تتكون من كسر الصخور نتيجة التجوية الميكانيكية لها وطبقـا لتقسيم المواصفات الأمريكية تسمى الحبيبات التى يزيد مقاسها عن حوالى ٥ مم بالزلط أما الحبيبات التى تصغر عن هذا المقاس ويمكن رؤيتها بالعين المجردة فتسمى رمل ويمكن تقسيم الرمل والزلط إلى أقسام فرعية فيقال رمل حرش وزلط رفيع بالإضافة إلى مقاس الحبيبات فإن شكل الحبيبات له تأثير كبير فى درجة التشابك بين الحبيبات مما يؤثر على مقاومة التربة وأغلب الرمال النيلية مستديرة الشـكل لانتقالها فى رحلة طويلة خلال المسافة من منابع النيل إلى الوادى .

النوع	رقم المنخل	مقاس المنخل (مم)
زلط	< ٤	< ٤,٧٥
رمل حرش	٤ – ١٠	٤,٧٥ – ٢
رمل متوسط	١٠ – ٤٠	٢ – ٠,٤٢٥
رمل ناعم	١٠ – ٢٠٠	٠,٤٢٥ – ٠,٠٧٥
طمى وطين	> ٢٠٠	> ٠,٠٧٥

جدول (١٤) مقاسات التربة الخشنة حسب تقسيم المواصفات الأمريكية (ASTM)

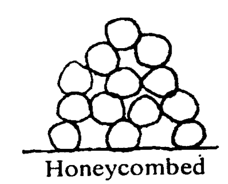
(٢) التربة الناعمة

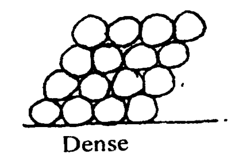
تعرف التربة الناعمة بأن حبيباتها لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة تنقسـم إلى طمى وطين ويعرف الطين بأنه مركب سليكات الألومنيوم المائية وهو قشرى أو صفائحى الشكل قطر حبيباته المكافئ اقل من ٠,٠٠٢مم وسمك حبيباته ضئيل

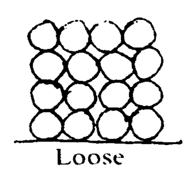
جدا بالنسبة لمساحته السطحية ويتميز التركيب الذرى للطين بوجود شحنة كهربية سالبة على أسطحه ونتيجة لذلك تجذب حبيبات الطين المياه القريبة منها بقوة وتعتبر جزيئات المياه المتاخمة لسطح حبيبات الطين مندمجة معها وتأخذ هذه الجزيئات اتجاهات منتظمة مما يجعلها مياه غير حرة وصفاتها الطبيعية مختلفة عن الماء الحر فهى لا تتبخر إلا فى درجات الحرارة العالية ولزوجتها اعلى من لزوجة الماء الحر مما يعطى خليط الطين بالمياه صفة اللدونة وهذه الصفة تعتمد على نوع معدن الطينة والتركيب الكيمائى للمياه الجوفية .

البناء الحبيبى للتربة الخشنة

البناء الحبيبى لهذه التربة يتكون تحت تأثير قوى الجذب الأرضى لأن وزن الحبيبات هو العامل المؤثر وأى شحنات كهرومغناطيسية موجودة على أسطح الحبيبات يكون تأثير مهمل إذا كانت التربة جافة وتزيد تأثير قوى الجذب بين الحبيبات بتواجد نسبة الرطوبة بسبب " التوتر السطحى " ويتراوح هذا البناء فى التربة غير المتماسكة من بناء كثيف Dense إلى بناء سائب Loose إلى خلوى Honeycombed.







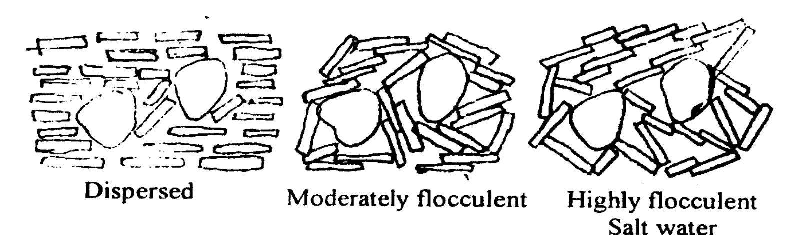
شكل (٢) البناء الحبيبى للتربة الخشنة
عن السيد القصبى عام ١٩٩٣م

البناء الحبيبى للتربة الناعمة

يكون البناء الحبيبى للتربة الناعمة متأثراً بقوى التجاذب والتنافر بين الحبيبات نظراً لصغر الحبيبات المتناهى ووزنها ضئيل وتأثيره مهمل إذا ما قورن بمجموع الشحنات الكهروستاتيكية وحيث أن المساحة السطحية للحبيبات كبيرة فإن ترتيب الحبيبات يعتمد على نوع تلك الشحنات وتنقسم التربة إلى تربة ناعمة ذات بناء مرتب Dispersed or oriented وهذا الترتيب ينتج عن التنافر بين الحبيبات لتشابه الشحنات على أسطحها ويحدث ذلك عند ترسب الحبيبات فى مياه عذبة .

تربة ناعمة ذات بناء عشوائى Flocculent

وهو ما ينتج عن التجاذب بين الحبيبات لاختلاف على أسطحها ويحدث ذلك عند ترسيب الحبيبات فى مياه مالحة عند تكوين دلتا الأنهار وقد تختلط التربة الخشنة بالناعمة مما يكون بناء مختلطا يعتمد شكله على نسب المكونات .



شكل (٣) البناء الحبيبى للتربة الناعمة
عن السيد القصبى (دكتور) ١٩٩٣م

وتتكون التربة بصفة عامة من ثلاث مواد وهى :

١) حبيبات من مواد صلبة

٢) ماء

٣) هواء

وكلما زادت نسبة المواد الصلبة فى التربة كلما كانت اكثر مقاومة واقل قابلية للإنضغاط لذلك تجرى القياسات والحسابات لإيجاد معاملات تحدد عدديا النسب الحجمية والوزنية بين هذه المكونات الثلاثة .

ومن أهم الخواص الطبيعية أو التعاريف الأساسية لمعاملات التربة هى :

١- محتوى الرطوبة $W = \dfrac{\text{وزن الماء فى التربة } Ww}{\text{وزن الحبيبات الصلبة } Ws}$ تكتب كسر أو نسبة مئوية

٢- الكثافة الكلية $r_b = \dfrac{\text{الوزن الكلى للتربة } (W)}{\text{الحجم الكلى للتربة } (V)}$ (الوحدات طن / م^٣ أو جم / سم^٣ .)

٣- الكثافة الجافة $r_d = \dfrac{\text{وزن الحبيبات الصلبة } (Ws)}{\text{الحجم الكلى للتربة } (V)}$ (الوحدات طن/م^٣ أو جم/سم^٣)

٤- الكثافة المشبعة $r_{sat} = \dfrac{\text{وزن التربة المشبعة } (Wsat)}{\text{الحجم الكلى للتربة } (V)}$ الوحدات طن/م^٣ أو جم/سم^٣)

٥- الوزن النوعى $Gs = \dfrac{\text{وزن الحبيبات الصلبة } (Ws)}{\text{حجم الحبيبات الصلبة } Vs}$ منسوبة إلى كثافة الماء = ١ جم/سم^٣

٦- نسبة الفراغات $e = \dfrac{\text{الحجم الكلى للفراغات } (Vv)}{\text{حجم الحبيبات الصلبة } Vs}$

٧- المسامية $= \dfrac{\text{الحجم الكلى للفراغات } (Vv)}{\text{الحجم الكلى للتربة } V}$

٨- درجة التشبع $S = \dfrac{\text{حجم الماء فى التربة } (Vw)}{\text{الحجم الكلى للفراغات } Vv}$

ويبين جدول (١٥) قيم متوسطة لبعض المعاملات الخاصة بأنواع التربة المصرية

نوع التربة	المسامية ٪	نسبة الفراغات	محتوى الرطوبة ٪	الكثافة الكلية ض /م^{٣}	الكثافة الجافة ض /م^{٣}
طين طمي بني (نيلي)	٤٧	٠,٨٩	٣٣	١,٩٠	١,٤٣
طين طمي رمادى (نيلي)	٥٣	١,١٣	٤٢	١,٧٩	١,٢٦
طين رمادى (صحراوى)	٢١	٠,٢٦	٩,٦	١,٩٧	١,٨٠
رمل ناعم إلى متوسط (نيلي)	٣٨	٠,٦٠	٢٢,٦	١,٨٠	١,٤٧
رمل متدرج (صحراوى)	٣٢	٠،٤٦	١٢.١	١,٠٣	١.٨٢

جدول (١٥) معاملات الخواص الطبيعية لبعض أنواع التربة المصرية

الخواص الطبيعية لتربة رشيد

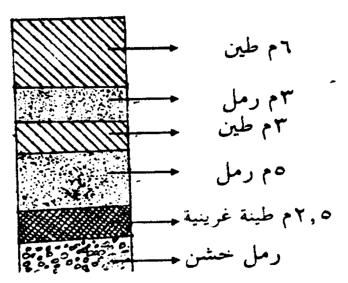
يتميز الشريط الساحلى بأنه من النوع الطينى المغطى جزئيا بالرمال وتوجد رواسب الرمال السوداء بطول خط الشاطئ من رشيد وتتجه شرقا ويكثر بها معدن الماجنتيت الذى يعطيها اللون الأسود ويوجد غالبا فى هذه الرمال بعض المعادن التى تحتوى على العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم بجانب بعض العناصر وأملاحها ويوجد بها أيضا معدن المونازيت (فوسفات السيريوم) والزرقون والالمنيت والجارنت .

كما توجد رواسب الأملاح فى المناطق الضحلة والسبخات فى بحيرة ادكو وتتكون الرسوبيات السطحية بالمنطقة من طبقتين الأولى وهى العليا ، تتكون من طين قليل النفاذية والثانية وهى قليلة السمك وتتكون من الرمل الطينى وذات نفاذية اعلى من الطبقات الأولى الغطاء الطينى يزداد سمكه إلى اكثر من ٧٠م وتتتابع الطبقات الطينية مع الطبقات الرملية مكونه مجارى منفصلة على أعماق مختلفة بعضها متصلة بالبحر والأخرى بالخزان الجوفى ولقد اكتشف أن منسوب المياه الجوفية هو الأعلى وحركة المياه الرأسية إلى اعلى مما يعنى أن أى أعمال للحفر سينتج عنها ارتفاع منسوب المياه الجوفية ليغمر سطح الأرض المنخفض بالمنطقة وبالنسبة للطبقات الحاملة للمياه الجوفية فهى تتماثل مع مثيلتها بالدلتا وتنتمى إلى عصر البلاستوسين والذى يعرف بالعصر المطير بعصر وينتمى الغطاء الطينى والطبقات السطحية والخزان الجوفى إلى العصر الحديث حيث ارتفعت منطقة دلتا النيل عن منسوب سطح البحر والمجارى الموجودة فى الطبقات الطينية مع الطبقات الرملية على أعماق مختلفة لبعضها قد تكون متصلة بالبحر وغير متصلة بالخزان الجوفى أو متصلة بالخزان الجوفى وغير متصلة بالبحر الأمر الذى يعرض حقيقة هامة على مشكلة تداخل مياه البحر المالح بالساحل الشمالى

من الدلتا وهى أن هذا التداخل يتم بصورة غير منتظمة كما أنــه لا يحــدث فى كامل القطاع الرأسى فى الموقع الواحد على طول الساحل الشمالى .

وقد حسبت قيمة معامل النفاذية للطبقة الطينية فى الاتجاه الرأسى معمليا (معهد المياه الجوفية) ووجد أنها ١,٥ مم / اليوم .

وقد قام معهد المياه الجوفية بالتعاون مع المجلس الأعلى للآثار بدراســة تربة مسجد زغلول الأثرى برشيد حيث اتضح بعد إجراء المجسات للتربة تكون التربة من تتابع طبقات الطين مع الرمل مع وجود طبقة من الطينة الغرينية والرمل الخشن لعمق حوالى ٢٠ م وهى كما يلى :



شكل (٤) تتابع طبقات التربة ونوعيتها بمسجد زغلول بمدينة رشيد

الخواص الميكانيكية للتربة

تفيد معرفة الخواص الميكانيكية للتربة التعرف على حركتــها ومــدى مقاومتها وقدرة تحملها وبالتالى ما قد ينشأ عنها من هبوط وتصدع وشــروخ للمبنى المقام بها وبالتالى إعطاء فكرة كاملة عن الأخطار المحيطة بالمبنى ووضــع الحلول السليمة والكاملة لترميمه وصيانته سواء كانت فى هيكله المعمــارى أو عناصره الزخرفية.

فعندما تتعرض التربة للاجهادات الرأسية فإن حبيباتها تتأثر بهذه الاجهادات وتنقلها إلى الحبيبات أسفلها وجانبها وبذلك تنتشر الاجهادات في التربة فتقل تدريجيا مع زيادة العمق وتقل تدريجيا أيضا مع زيادة المسافة الجانبية ونلاحظ أن الاجهادات تقل لتصل إلى اقل من ١٥ ٪ من قيمتها على عمق يساوى تقريبا عرض الأساس .

ولما كانت المباني الأثرية برشيد منتشرة ومتداخلة مع المباني الحديثة بالمدينة فلابد من مراعاة التأمين والسلامة للمبنى الأثرى إذا أقيم بجواره مبنى حديث وذلك بإقامة شدادت رابطة بينه وبين القواعد الداخلية حيث أن المبنى الحديث قد يسبب بعض الأضرار للمبنى القديم مما قد ينشأ عنه شروخ بالحوائط .

هبوط التربة

عندما تؤثر الأحمال على التربة فإن الاجهادات الناشئة عنها تسبب تضاغط التربة مباشرة مع الحمل وهو ما يعرف بالهبوط الفورى إذا كانت التربة ناعمة ومشبعة بالمياه ويستلزم الهبوط معرفة توزيع الإجهاد داخل التربة وتوزيع الإجهاد في التربة يعتمد على نوع التربة وترتيب الطبقات ووجود المياه الجوفية .

ويهبط المبنى إذا سحبت أو انخفضت المياه الجوفية من حوله مع تصلب التربة ويزيد الهبوط كلما كان السحب سريعا ولذلك يجب تنظيم سحب المياه من التربة بمعدل بطئ ، كما قد يسبب سحب المياه بسرعة أن تسحب معها حبيبات الرمل الدقيقة فيزيد التخلخل ويزيد تبعا لذلك هبوط الأرض .

كما أن الحفر المستجد القريب من المبنى يسبب حفضا لقدرة التربة وهو ما حدث لمبنى الامصيلى برشيد عند إجراء حفر لتركيب مواسير الصرف الصحى

بجواره مما أدى إلى حركة للتربة لعدم وجود دعامات كافية مما ترتب على ذلك وجود تصدعات وشروخ بالمبنى .

كما أن تضاغط التربة الطينية لتداخل حبيباتها تحت المبنى بسبب الاهتزاز من ماكينات الورش أو وجود مرور ثقيل مجاور فإن حجم التربة يقل ويسبب هبوط للأساسات والمبنى بمقادير تتفاوت تبعا لقيمة احتمال الأساسات وتوزيعها فى الموقع وعلى حسب معامل إنضغاط التربة واختلاف أعمال الطبقات القابلة للتصلب تحت نفس المبنى ،كما أن البخر الناشئ حول الأساس وتحته وخاصة فى التربة الرملية يسبب انهيار الأساس نتيجة لتغير الخواص الطبيعية للتربة وبالتالى تأثر الخواص الميكانيكية للتربة تبعا لذلك وسلوك التربة المتماسكة (الطين والطمى) أثناء عملية الانضغاط حيث أن الهبوط يكون على مراحل حيث قسم الانضغاط إلى ثلاثة أقسام كما يلى :

(أ) الانضغاط الفورى Immediate

ويحدث مع ثبات الحجم حيث ينعدم خروج الماء من الفراغات وفى حالة التربة المحصورة من الأجناب يتساوى التغير الحجمى مع الهبوط الرأسى ويسمى الهبوط فى هذه المرحلة بالهبوط الفورى Immediate settlement .

(ب) التصلب consolidation أو الانضغاط الرئيسى primary

وهذه المرحلة تتبع الانضغاط الفورى وتحدث نتيجة التغير فى حجم التربة عن طريق خروج جزء من المياه المضغوطة من فراغات التربة المشبعة .

(جـ) الانضغاط الثانوى secondary

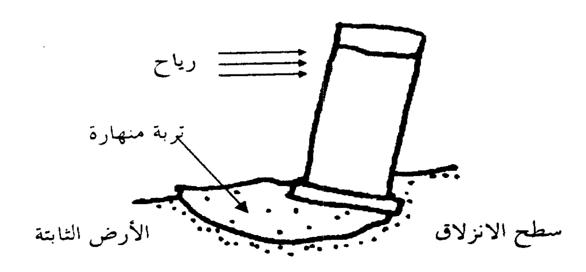
يحدث بعد تمام خروج المياه المضغوطة أى عند انتقال الاجهادات الزائدة بالكامل إلى الحبيبات .

مقاومة التربة للقص Shear strength of soil

يعرف انهيار التربة بالقص بأنه انزلاق لكتلة محدودة من التربة على جزء ثابت من الأرض حيث أن الأحمال العالية على المبنى عند زيادتها نتيجة تعلية أدوار أو دفع الرياح أو هزة أرضية يغوص المبنى قليلا فى التربة ويصاحب ذلك حركة حانية دورانية للأساس ونظرا لأن أحد الجانبين فى الأرض اسفل الأساس سيكون اضعف من الآخر سيستمر الدوران وتنزلق الكتلة ويسمى ذلك انهيار التربة بالقص والتربة لها مقاومة للقص وهذه المقاومة بالطبع لها حد أقصى ويجب ألا يصل الإجهاد على التربة إلى الحد الذى يتغلب على مقاومة القص للتربة بل يجب أن يكون اقل منها بمعامل أمان كاف يعرف كالآتى :

$$\text{معامل الأمان} = \frac{\text{مقاومة التربة القصوى للانهيار بالقص}}{\text{الإجهاد الذى تتعرض التربة له مسببا للقص}}$$

وتستمد التربة مقاومتها للقص من خاصيتين أولهما مقاومة الاحتكاك وتداخل الحبيبات مع بعضها وثانيهما مقاومة التماسك ، وفى التربة الطينية حيث تلتصق حبيبات الطين القشرية المتناهية فى الصغر بعضها ببعض بمساعدة الرطوبة فإن انزلاق الجزء العلوى على السفلى لا يتم إلا بقوة يمكنها أن تتغلب على خاصية التماسك بين حبيبات الطين وفى التربة الرملية تزداد مقاومة الاحتكاك مع ازدياد الجهد العمودى على سطح الانزلاق .



شكل (٥) انهيار التربة أسفل مبنى بالقص نتيجة زيادة الحمل على الأرض
عن عمرو رضوان ١٩٩٤م

مقاومة القص للطين Shear strength of clays

من العوامل المؤثرة فى سلوك الطينة تاريخ الإجهاد على هذا الطين وعند عمق معين يكون عنصر من التربة معرضا لإجهاد نتيجة وزن التربة فوق هذا العنصر بالإضافة للإجهاد الناشئ عن أى عمل هندسى على سطح الأرض فوق هذا العنصر وتحت تأثير هذا الإجهاد الفعال فإن الطين سوف يتصلب أثناء فترة زمنية وفى هذه الحالة يكون الطين حاليا فى حالة التصلب consolidated condition أما الطين عادى التصلب normally consolidated clay فهو الطين الذى لم يسبق له أن تعرض فى تاريخه لضغط فعال اكبر من الضغط الفعال المؤثر عليه حاليا والطين فوق المتصلب أو سابق التصلب over consolidated clay فهو الطين الذى سبق له فى فترة زمنية ماضية أن تعرض لضغط فعال اكبر من الضغط الفعال المؤثر عليه حالياً وتسرب المياه إلى التربة الطينية الجافة أو الطفلة يسبب هبوطا أو تمددا للتربة مع فشل فى مقاومة جهود القص shear .

التربة الصعبة Difficult soils

التربة الصعبة أو التربة ذات المشاكل هى التربة التى تسبب مشاكل إضافية من وجهة النظر الهندسية نتيجة لظروف تكوينها أو للتغير فى الظروف البيئية المحيطة حيث تسبب انتفاخ أو هبوط نتيجة حركتها واهم أنواعها :

١ - الطين النهرى المكتسب حالة الانتفاخ Alluvial swelling soils

وهذا الطين يحتوى على نسبة عالية من معادن الطين النشطة والذى يوجد فى حالة تشبع وعند انخفاض منسوب المياه الجوفية والتعرض للجفاف يصبح له قابلية الانتفاخ .

٢ - الرمل القابل للإسالة liquefied sand وهو رمل ناعم الحبيبات ذو تركيب سائل يتواجد تحت منسوب المياه الجوفية وعند تعرض هذا الرمل للقلقلة أو الاهتزاز تتحول خواصه بسرعة إلى خواص المواد السائلة ويفقد مقاومته للقص وهذه التربة من أهم أسباب مشاكلها ترسبها أثناء تكوينها .

التربة القابلة للانهيار Collapsing soil

وهى التربة التى ترجع اصلها لأحد من البيئة الترسيبية النهرية والتى يمكنها تحمل إجهادات عالية نسبيا مع قيمة هبوط منخفضة عند تكون نسبة الرطوبة الطبيعية مخفضة جدا وكثافة جافة مخفضة نسبيا وعندما تتعرض هذه التربة لكمية رطوبة مرتفعة فإنها سرعان ما تعطى قيمة هبوط مرتفعة مصحوبة بانهيار فى تكوين التربة الداخلى وتتكون هذه التربة فى معظمها من الرمل والطمى مع نسبة صغيرة من الطين وهذه التربة تتعرض للانهيار لنقص حجمها الكلى عند وصول الماء إليها .

التربة القابلة للانتفاخ Expansive soil or swelling soil

توجد بعض أنواع الطين اللدن لها المقدرة على الانتفاخ أو الانتفاش عند إضافة الماء لها وتنكمش عند فقد هذا الماء والأساسات المقامة على هذا الطين تتعرض لقوى رافعة Uplifting forces بسبب انتفاخ هذا الطين تسبب أضرارا بالغة قد تؤدى إلى الانهيار الكامل وتتوقف قيمة الانتفاخ على زيادة الكثافة الجافة ونسبة المونتيمولونيت montimollonite حيث تكون صلبة ذات قيمة عالية للقص فى حالتها الجافة الابتدائية أما فى حالتها الرطبة فإنها تفقد تلك الصفات وقد لوحظ ارتفاع قيم ضغط الانتفاخ بزيادة الحمل الرأسى وكذلك فى التربة ذات الكثافة الأكبر والأكثر جفافا وان مجموعة المعادن الطفلية تقسم إلى ثلاثة مجموعات رئيسية المجموعة الأولى مجموعة الكاولين Kaoline groups والتى تشتمل على Kaolinite, Dickite, Nacrite, Halloysite, Endellie, Allophane and Anauxite المجموعة الثانية مجموعة المونيمولونيت Montmorillonite groups والتى تشتمل على Montomorillonite, Beidellite, Montronite and Hectorite والمجموعة الثالثة تشتمل على Illites

حيث أن هذه المجموعات وبخاصة معدن المونتيمورلونيت Montomorillonite الذى يمتاز بالتركيب الطبقى يمتص المياه بشراهة مما يؤدى إلى تباعد هذه الطبقات عن بعضها وبالتالى حدوث عملية الانتفاخ .

وبالتالى حدوث تصدع فى المبانى نتيجة انتفاخ التربة تحت قواعد المنشآت وذلك عند تشبع التربة بالماء وذلك إذا وصلت إلى ١٢ ٪ من الحجم الأصلى للتربة .

الكثبان الرملية

تعتبر الكثبان الرملية من أنواع التربة القابلة للانهيار ولكن وجودها فى مدينة رشيد لا يمكن اعتبارها تربة تم التأسيس عليها إلا فى حالة السور المبنى من الطوب الأحمر والمكتشف بتل أبو مندور الأثرى " مدينة بولبتين القديمة " ولكن يتم ذكرها باعتبارها من الظواهر الطبيعية والتى تغير من الظواهر السطحية لمدينة رشيد وهو ما سيتم توضيحه

فالكثبان الرملية عبارة عن تر سيبات هوائية واسعة الانتشار تتألف من مواد رملية دقيقة الذرات وهى لا تكون فى الجهات الساحلية كبيرة الحجم ومع ذلك فقد تزيد حجمها ما يعادل حجم الكثبان الرملية التى تنتشر فى الأراضى الصحراوية فقد أدى وجود أطلال مدينة بولبتين إلى تراكم الرمال حولها حتى تم تغطيتها تماما مما أدى إلى وجود تل تراكمى من الكثبان الرملية وصل ارتفاعه إلى حوالى ٢٠م فى بعض الجهات وقد ساعد على ذلك الرياح الشمالية القريبة التى تجلب الرمال من المناطق الصحراوية كما أنها قد غطت كل أطلال الطوابى المنتشرة على طول الساحل من رشيد إلى الإسكندرية .

عوامل التلف المؤثرة على مبانى رشيد الأثرية

أولاً : العوامل الفيزيوكيميائية :

وتشتمل العوامل الفيزيوكيميائية على الرطوبة والحرارة الإشعاع الشمسى والصقيع والرياح .

الرطوبة Moister

تعتبر الرطوبة على اختلاف مصادرها من أخطر عوامل التلف الفيزيوكيميائية والتى ينجم عن وجودها داخل مواد البناء أضرار بالغة بل أنها تعجل بنهاية تلك المواد وتصدع وانهيارات المبانى ما لم تتخذ الاحتياطات للازمة لحمايتها من تأثير هذه الرطوبة وتتنوع مصادر الرطوبة غير أن اكثر مصادرها أهمية :

١) مياه المطر Rain water

٢) المياه الأرضية Ground water

٣) التكثيف Condensation

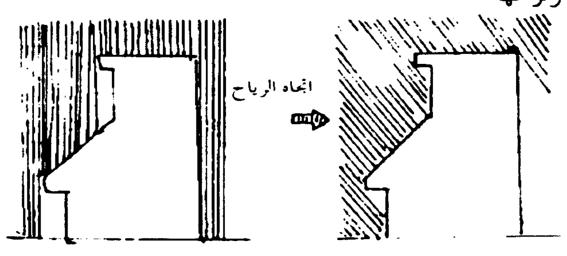
وسوف يتم تناولها بالتفصيل لبيان تأثيرها ومظاهر التلف المختلفة الناجمة عنها .

أولاً : مياه الأمطار Rain water

نظرا لوقوع مدينة رشيد فى شمال مصر على ساحل البحر المتوسط مما أدى إلى تعرضها إلى سقوط الأمطار بغزارة نتيجة مرور بعض الأعاصير التى تصحب الرياح العكسية فى زمن الشتاء ويتبع الانخفاضات الشتوية حدوث الرياح العاصفة والأنواء وسقوط المطر ، وقد كان لوقوع بحيرة ادكو فى الجزء الغربى منها أثره فى تخفيف حدة الانخفاضات الجوية على الجزء الشرقى وتقلل أيضا من اثر الرياح الجنوبية الغربية والغربية الآتية من الصحراء وقد أثر امتداد خط ساحل خليج أبوقير من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى فى تعامد الرياح

الشمالية الغربية السائدة مما أثر على زيادة كمية الأمطار فى فصل الشتاء ويبلغ المعدل السنوى لمياه الأمطار ١٣٥ مم تنخفض بصورة ملحوظة كلما ابتعدنا عن الشاطئ جنوبا وغالبا ما تزيد شدة التساقط فى الصباح الباكر وليلاً وبكميات كبيرة وتزيد المعدلات الشهرية لسقوط الأمطار فى شهر ديسمبر وتنعدم فى شهر يونيو ويوليو فى أوائل الصيف .

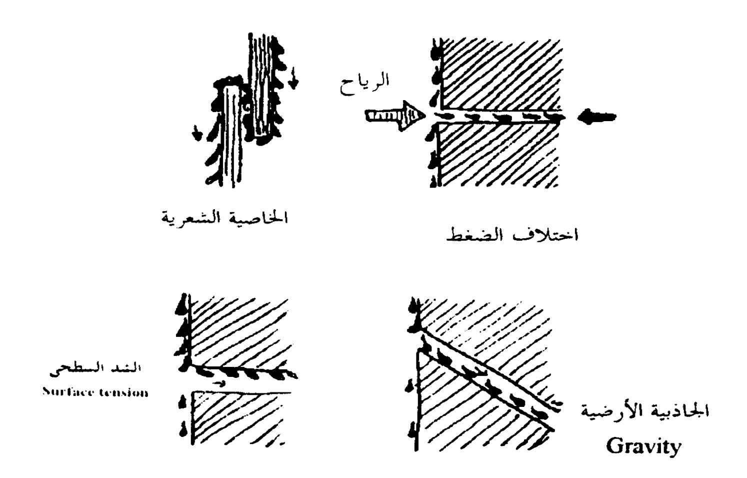
وغالبا ما تسقط قطرات المطر عمودية ولكن سرعة الرياح تجعل رخات المطر مائلة شكل (٦) مما تؤثر على واجهات المبانى العمودية ما عدا الأماكن اسفل التظليل وتستقبل واجهات المبانى وبخاصة المواجهة للرياح كميات من مياه الأمطار اكثر من أسقفها وذلك أيضا فى حالة علوها وسرعة الرياح وتأثيرها على اتجاه رخات المطر يؤدى إلى تولد طاقة حركية Kinetic energy تؤثر على سطح المبنى عاملة على تنظيفه وباستمرارها تؤدى إلى تلف الخبيات السطحية ونزحها



شكل (٦) تأثير الرياح على اتجاه المطر
عن Son L.H. and Yuen (1993)

تغلغل مياه الأمطار وتأثيرها Rain water and effects

من المعروف أن الأمطار التي تهطل على أسطح المباني الأثرية تعتبر أحد مصادر الرطوبة داخل مواد البناء وهي تتغلغل وتتسرب داخلها عبر الشقوق والمسام وتتوقف عملية تغلغل المطر في حوائط المباني على معدل التساقط وسرعة الرياح والتركيب المسامي لمواد البناء ووجود الشروخ والفلوق في المونات والطوب بالإضافة إلى التصميم المعماري والزخرفي للحائط من حيث وجود المورِدات والكرانيش والظلات بالإضافة إلى طبوغرافية الموقع المحيط كما يساعد على عملية الانتقال والتغلغل الخاصية الشعرية **Capillary action** والجاذبية الأرضية **Gravity** وضغط الرياح والشد السطحي شكل (٧) مما يؤدي إلى ارتفاع المحتوى المائي لمواد البناء وبالتالي عملية انتفاخ الحائط لتمدده واحتوائه على معادن الطفلة التي قد تكون داخلة في تركيب المونة المثبتة للطوب مما يؤدي إلى وجود ظاهرة الانتفاخ **Bulging** وبالتالي تعرض المباني الأثرية للتدهور ويظهر تغلغل مياه الأمطار في الحوائط الداخلية للمبنى على هيئة بقع رطبة وذلك بعد عدة ساعات من سقوط المطر وعملية تغلغل مياه الأمطار داخل مواد البناء تعمل على إذابة الأملاح الموجودة بها بعد انتهاء التساقط وجفاف الحائط الذي يتوقف على درجة الحرارة وسرعة الرياح والمدة الزمنية بين كل تساقط مما يؤدي إلى هجرة المحلول الملحي وتبلور الأملاح على سطح الحائط



شكل (٧) القوى المختلفة المؤثرة على حركة المياه داخل الحوائط
عن Son L.H. and Yuen G.C.S. (1993)

كما تؤدى عملية التغلغل إلى فقد متانة مواد البناء وقـــوى ترابطهـــا وظهور الشروخ بها نتيجة حركات الرطوبة أثناء البلل والجفاف وزيادة معدلات التكثف **Condensation** وصدأ المصبات الحديدية المكونة للشبابيك ونمـــو العفن **Mould growth** كما أن تعرض العناصـــر المعماريـــة الضـــعيفة والمفككة مباشرة لقطرات المطر الساقطة يؤدى إلى انهيارها .

وتعرض واجهات المبانى للحبيبات الدقيقة المعلقة والتصاقها بســـطحها يؤدى إلى تشويه مظهرها وتغير لونها وتعمل الهطولات المطرية على غسيلها وإزالة الحبيبات الملتصقة بسطح الحائط أما الحبيبات الواقعة تحت أماكن التظليل والحماية

فلا تصل إليها مما يؤدى إلى اختلاف مظهر الحائط وتشويهه .

وتعتبر مياه الأمطار مياها حامضية لأنها تحتوى على أحماض الغازات الطبيعية مثل حمض الكربونيك نتيجة وجود ثانى أكسيد الكربون CO_2 كمكون طبيعى فى الجو حيث يذاب فى مياه الأمطار وتحوله إلى محلول حمض الكربونيك والذى برغم ضعفه يحول مادة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ سواء كانت موجودة فى مونة الجير أو كشوائب فى مونة الجبس أو مواد البناء المختلفة إلى مادة بيكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ القابلة للذوبان فى الماء والتى يتم نزحها بواسطة المياه مما يؤدى إلى مزيد من عمليات التفكك والضعف لمواد البناء.

أو قد تذاب بها بمياه الأمطار الغازات الصناعية الناشئة عن التلوث الجوى مثل حمض الكبريتيك والنيتريك والهيدروكلوريك وكلها أحماض قد توجد نتيجة ما تنفثه مصانع الطوب الطفلى الموجودة شمال مدينة رشيد أو قد توجد بتركيزات منخفضة ومنتشرة بواسطة الرياح الحاملة لها.

وخطورة الأمطار الحمضية تكمن فى تفاعل مكوناتها مع مواد البناء مما ينتج عن تفاعلاتها تكون ملح كبريتات الكالسيوم (الجبس) $CaSO_4$ وذلك فى وجود ماء المطر و SO_2 ثانى أكسيد الكبريت وفى وجود منشطات التفاعل مثل أكاسيد الفاناديم Vanadium oxides الناشئة عن نواتج الاحتراق أو المواد الغروية الصلبة المعلقة مثل أكاسيد الحديد Fe_2O_3 أو التفاعلات الضوكيميائية Photochemical action فى وجود No_3 أو O_3 أو الشحنات الكهربية الموجودة فى الجو .

وتعد كبريتات الكالسيوم من أشهر أنواع الأملاح المتبلورة على أسطح المبانى وهى تسهم فى تكوين القشرة السوداء مع الملوثات الأخرى كما تزداد

خطورة الأمطار فى المناطق الساحلية حيث تمتزج مياهها ببخار البحر المحمل بالأملاح ثم تنتقل بعد ذلك مع مياه الأمطار إلى داخل مواد البناء فتسبب لها أضرارا جسيمة وتتميز مظاهر التلف الناشئة عن تأثير هذه العوامل المتلفة بخطورتها البالغة على العناصر المعمارية والزخرفية وقد لوحظ ذلك أيضا فى المبانى الأثرية بالإسكندرية وغيرها من المدن الساحلية التى تتعرض لتأثير الظروف البحرية .

ثانياً : المياه الأرضية Ground water

يطلق على المياه الأرضية Ground water التى تتسرب إلى أساسات المبانى الأثرية من التربة عدة مصطلحات علمية منها السطحية Subsurface water أى المياه التى توجد تحت سطح التربة أو Subsoil water وكلها مصطلحات تحدد مكان هذه المياه وهى لا تختلف عن المياه الجوفية التى توجد فى الغالب على أعماق بعيدة من سطح التربة ، والمياه تحت السطحية قد تختلط وتتلوث بمكونات مصادر المياه الأخرى كمياه الصرف الصحى وقد تتلوث المياه الجوفية وذلك إذا غذتها أمطار حمضية أو تسرب إليها الصرف الصحى عبر الشقوق والفواصل .

ومن المعروف أن المياه الأرضية تتسرب من التربة إلى أساسات المبانى الأثرية عبر المسام والشقوق والشروخ الدقيقة فى مواد البناء بواسطة الخاصية الشعرية وقوة الامتصاص Saction وقوة الانتشار Diffusion وقوة الخاصية الاسموزية Osmosis وتتفاوت الارتفاعات التى تبلغها هذه المياه اعتمادا على مقدارها وحجم مساحات مواد البناء وتوزيعها واستمراريتها ويحد الضغط الجوى من هذه الظاهرة فلا يزيد الارتفاع التقريبى الذى تبلغه أربعة أمتار

وأهم صفة تميز المياه المرتفعة بالخاصية الشعرية هى كونها غير مستغيرة ويزيد الارتفاع الذى تبلغه عند تقاطعات الجدران (الزوايا) وقد ارتفع منسوب المياه الجوفية نتيجة إنشاء السد العالى وثبوت مستوى مياه النيل مما أدى إلى ارتفاع منسوب المياه فى كل المناطق المنخفضة المستوى ارتفاعا تدريجيا كما أن تخزين المياه خلفه بارتفاعات كبيرة أدى إلى تسريب المياه وامتصاص الأرض لها وتحولها إلى مياه أرضية مما أدى أيضا إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية .

وارتفاع المياه الأرضية داخل أحجار المبانى الأثرية تتحكم فيه عدة عوامل أهمها الجاذبية الأرضية **Gravity** وكذلك درجات الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط بالإضافة إلى طبيعية مواد البناء وسمك الجدار الذى تتسرب إليه المياه .

اثر ارتفاع المياه الأرضية على المبانى :

أولاً : التربة الأساسات :

من الحقائق المعروفة أن المياه الجوفية فى التربة تتحرك إذا تعرضت لاختلاف فى منسوب المياه وتكون حركتها سريعة فى التربة الرملية و بطيئة فى التربة الطينية كما أن سرعتها تعتمد على نفاذية التربة ويتأثر منسوبها بحال النيل ومنسوب مياهه فيرتفع مع الفيضان ويكون منسوب المياه الجوفية فى حالة الفيضان العالية أعلا منه فى المتوسطة والمنخفضة ثم ينخفض فى زمن التحاريق مع انخفاض منسوب النهر وذلك لأن مياه النهر ترشح إلى التربة أثناء الفيضان . أما فى زمن التحاريق فترشح مياه التربة الجوفية إلى النهر متخذه فى كلتا الحالتين طريقا مائلا وتكون فى المواقع الغربية من النيل اكثر تأثيرا بمنسوبه حيث تكبر فيها الاختلافات فى منسوب المياه الجوفية أما المناطق البعيدة فتقل فيها هذه الاختلافات وربما تنعدم نظرا لبط حركة الماء ، وتتغذى أيضا المياه الجوفية من الأمطار التى تغور فى طبقات التربة متخللة الشقوق والفجوات والمسام ويعود جزء منها إلى الطبقة السطحية بتأثير الخاصية الشعرية ، يتضح مما تقدم أهمية النزول بالحفر للتأسيس فى المناطق الغربية من النيل إلى ما تحت اقل منسوب المياه الجوفية على مدار السنة خصوصا إذا كانت التربة من النوع الناعم (أو الذى يندمج ويهبط بتأثير ارتفاع الماء لأنه إذا حدث هبوط فى التربة فإنه ستهبط معها الأساسات والمبانى التى فوقه مما يسبب تصدعها ، ويلعب الماء دورا كبيرا فى التربة ويمكن تقسيم التربة وذلك على حسب نسبة الماء فيها :

(١) الحالة الجافة أو الصلبة Dry state

(٢) الحالة الشبه صلبة Semi solid state

(٣) حالة اللدونة أو المرونة Plastic state

(٤) حالة السيولة **Liquid state**

وفى حالة السيولة للتربة مع زيادة نسبة المياه بدرجة كبيرة تغير من شكلها تحت تأثير وزنها فقط إذا اهتزت اهتزازا بسيطا .

أما إذا كانت التربة مكونة من الرمال الخرشة أو الحصى أى من النوع الذى لا يتأثر بتغير منسوب المياه الجوفية فإنه فى هذه الحالة يجوز التأسيس عليها بين اسفل وأعلى منسوب المياه الجوفية .

ومن خلال الدراسة الهيدروجيولوجية لمدينة رشيد ممثلة فى عينة طبقات التربة بمسجد زغلول والتى اتضح من خلالها تعاقب طبقات التربة الطينية بمسافة ٦ أمتار تليها الطبقة التربة الرملية وهكذا لذا فإن تربة رشيد تنتمى إلى نوعية التربة المنتظمة **Stratified soil** وهى التربة التى تتكون من مواد مختلفة وعلى طبقات منتظمة ونظرا لاحتفاظ الطبقة العليا للتربة الطينية بالمياه السطحية فإن عملية التأسيس لم تكن بها تفاديا للهبوط الذى يحدث لها مع انخفاض منسوب المياه الجوفية فى أيام التحاريق وهى الأيام التى ينخفض فيها منسوب مياه النهر لذا كانت أساسات المبانى على طبقة الرمل الكثيفة والمندمجة وذلك لمقاومتها الكبيرة للهبوط وعدم وجود الحركة الجانبية لها وأن ٨٠ ٪ من الهبوط الكلى للمنشأ يحدث أثناء فترة الإنشاء .

ووجود التربة الطينية السطحية تتأثر بالعوامل الجوية ففى فصل الصيف تتبخر المياه الموجودة بها نتيجة ارتفاع درجة الحرارة مما يؤدى إلى انكماش الأرض وتشققها وعند حلول فصل الشتاء وارتفاع نسبة المياه بالتربة يحدث لها انتفاخ مما يودى إلى أن الأساسات والمنشآت فوقها تصبح عرضة للارتجاج نتيجة لاختلاف نسبة المياه باختلاف المواسم مما يودى إلى حدوث شروخ فى المبنى .

وتغير الشروخ التى تحدث فى الحوائط أحد المؤثرات الرئيسية لحدوث

هبوط الطينة فى التربة لتغيير خواصها وتماسكها وقدرتها على التحمل .

وقد يحدث نزح للحبيبات الرملية الدقيقة من التربة الرملية بواسطة الماء تاركا الحبيبات الخشنة فى حالة عدم ثبات مما يؤدى إلى خلخلة الأساسات وظهور تصدعات فى المبنى وبعض هذه الشقوق يؤثر على المظهر الخارجى للمبنى بينما يؤثر البعض الآخر فى الأجزاء الداخلية للمبنى ويزداد اثر هذه التشققات أو يقل تبعا لطبيعتها أو لنوع المبنى ، كما يؤدى إلى هبوط بالأرضيات فى حالة انخفاض منسوب المياه الجوفية وارتفاع منسوب المياه الأرضية فى الأرضيات وما تحمله من أملاح ضارة على جميع العناصر الإنشائية المدفونة تحت سطح التربة .

ومن الظواهر الهندسية المعروفة أن ارتفاع منسوب المياه الأرضية يؤثر على الحركة الرأسية للتربة التى يتم إرساء المبانى عليها ويرجع ذلك إلى إعادة توزيع الاجهادات نتيجة ارتفاع منسوب المياه ومن الخطأ الاعتقاد أن تغير منسوب المياه الأرضية هو السبب الوحيد فى الأضرار فأى تغير فى توزيع الإجهاد تحت المبنى أو عدم التجانس بين الإجهاد والانفعال **Stress-Strain** فى التربة الوقعة تحت المبنى قد يسبب هبوطا جزئيا غير منتظم أو انتفاخا وكذلك فإن تدهور بعض المواد المستعملة فى البناء قد يكون نتيجة استعمال طريقة بناء رديئة أو بسبب استعمال مواد بناء ذات نوعية سيئة.

ثانياً : التأثير على المونات ومواد البناء الأخرى :

تحتوى المونات ومواد البناء على بعض الأملاح القابلة للذوبان والتى يحدث لها ذوبان بواسطة ارتفاع منسوب المياه الجوفية وانتقالها إلى أماكن مختلفة فقد يحدث لها تبلور على السطح أو تحت السطح ووجود أملاح الكبريتات مثل الجبس ممكن أن تتفاعل ببط مع ثالث الومينات الكالسيوم **Tricalcium**

مكونـــة (الموجودة فى مونة الأسمنـــت والجـــير الهيـــدروليكى) aluminate
Calcium sulphoaluminate والتى تجعل مونة الأسمنت يحدث لهـــا تمـــدد وبالتالى تلفها وقد تستعمل مونة الأسمنت ذو المقاومة العالية للكبريتات عنـــدما تزيد نسبة الكبريتات بالماء عن ٤٠٠ مجم / كجم (SO_3) عدا مياه البحر أو فى حالة زيادة الكبريتات عن ٣٠٠مجم / كجم للتربة ويبين الجدول الآتى تـــأثر الخرسانة بالتربة والمياه المحتوية على تركيزات مختلفة من الكبريتات :

جدول (١٦) تأثير التركيزات المختلفة للكبريتات على الخرسانة:

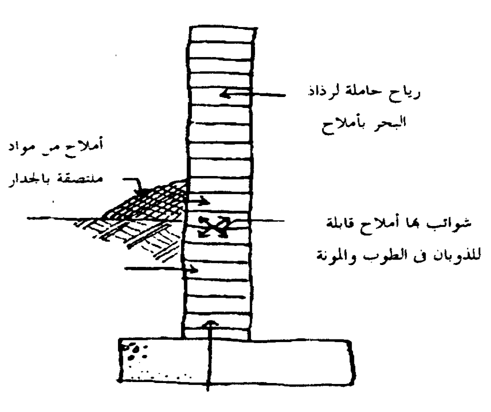
الكبريتات	التربة	المياه الجوفية
درجة التأثير	الكبريتات القابلة للذوبان فى الماء SO_3 %	الكبريتات فى المياه SO_3 جزء فى المليون
تأثير ضعيف	صفر – ٠,٠٨	صفر – ١٢٥
تأثير إيجابي	٠,٠٨ – ٠.١٧	١٢٥ – ٨٠٠
تأثير محسوس	٠,١٧ – ٠.٤٢	٨٠٠ – ١٦٠٠
تأثير خطير	اكثر من ٠.٤٢	اكثر من ١٦٠٠

عن ماجد عباسى خلوصى ١٩٩١

كما أن عملية تغلغل المياه داخل الحوائط قد تعمل على نقل الأمـــلاح القابلة للذوبان من التربة إلى المـــبنى ومعظـــم هـــذه الأمـــلاح ذات خاصـــية هيجروسكوبية تقوم بجذب جزيئات الماء من الأماكن المختلفة وتنقلها إلى داخل مواد البناء ومن المعروف أن الأملاح الذائبة فى المياه الأرضية تزيد من خطـــورة هذه المياه وقد قام عبد الهادى وإسماعيل ١٩٩٨ بتسجيل أهم الأملاح المتبلـــورة على أسطح بعض المنشآت الأثرية بمدينة القاهرة والتى انتقلت إلى تلك الأسطح بواسطة المياه الأرضية كما قام الصهى وآخرون ١٩٩٨ بدراسة تـــأثير الميـــاه الأرضية المحملة بالأملاح أهمها أملاح الكبريتات والكلوريدات ومدى تأثيرها فى تلف المونات ومواد البناء ببيت السحيمى كأحد أهم الآثار الإسلامية فى القاهرة الفاطمية .

وباستمرار عمليات البلل والجفاف والتبلور و إعادة تبلور الأملاح داخل المونات يؤدى إلى تفككها وضعف قوة تماسك حبيباتها وبالتالى فقد متانتها كما أن وجود هيدروكسيد الكالسيوم الموجود فى المونة يذوب قليلا فى الماء مما قـد يؤدى إلى التأثير على متانة المونة أيضا نتيجة عملية الإذابة والنـزح ويتمـدد الطوب عند امتصاصه الماء وينكمش عند فقده له وعند حمل المياه الأرضية للأملاح الذائبة وهجرتها إلى مستويات مختلفة فى الطوب نلاحظ عملية تزهر على أسطح الطوب ممثلة فى رواسب بيضاء وهذه العملية تستمر معتمدة على كمية الأملاح ودرجة ذوبانيتها Solubility وطبيعتها الكيميائية وعند تبلور كبريتات الماغنسيوم خلف سطح الطوب تسبب تقشره وانفصاله وقد تأتى هذه الأملاح من التربة أو من مواد البناء أو من رذاذ البحر وعند وجود النيترات أو الكلوريدات فى عملية التزهر يكون دليل على مصدرها الخارجى وتسمى تزهر خارجى External efflorescence وخطورته اقل من التزهر الداخلى Cryptoflorescence or Internal efflorescence حيث يؤدى الأخير إلى تقشر الطوب وضعف متانته ووجود أملاح الكبريتات بالطوب يؤدى إلى ضعف المونة الرابطة والمثبتة له وذلك لتكون مادة Calcium sulphoaluminate التى تسبب انتفاخ المونة وتمددها ، كما أن هيدروكسيد الكالسيوم أو الجير الذائب فى الناتج أثناء عملية التميؤ Hydration فى مونة الأسمنت ، هذه المادة ممكن أن ترسب على سطح الحائط بواسطة المياه الأرضية ثم تتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى الجو مكونة كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان وتعمل هذه المادة على تشويه سطح الحائط وهناك شكل آخر من التصبغ الثابت Permenant staining يحدث بواسطة كبريتات الحديدوز Copperas الموجودة فى الطوب حيث تتفاعل مع الجير الموجود فى المونة

لإنتاج هيدروكسيدات بنية وكربونات الحديد كما أن وجود الجير فى الطوب كشوائب والذى يكون عبارة عن حبيبات بيضاء قد تصل إلى قطر ٣مم عند تعرضها للمياه يحدث لها تميؤ وتمدد وممكن أن يسبب تشقق الطوب .



شكل (٨) مصادر الأملاح القابلة للذوبان

عن Son L.H. and Yuen G.C.S. (1993)

وقد يحتوى الطوب أيضا على كبريتات الصوديوم والماغنسيوم والكالسيوم وهذه الأملاح تذوب فى الماء ويعتبر اقلها ذوبانا كبريتات الكالسيوم وهذه الأملاح تسبب أيضا تزهر الطوب وقد تحدث شروخ نتيجة زيادة حجمها أثناء عملية التبلور

ثالثا : التكثف Condensation

يعرف التكثف بأنه النسبة الزائدة من بخار الماء فى صورة سائل وذلك عند حدوث تشبع للهواء حيث أن الهواء الدافئ يكون قادرا على حمل كمية كبيرة من بخار الماء والتى تعرف بالرطوبة النسبية .

والجدول (١٧) يوضح محتوى بخار الماء القادر الهواء على حملها عند درجة حرارة :

Air temperature c	Water vapour content (g\kg air)	Vapour pressure m bar
5	5.3	8.7
10	7.5	12
14	10	16
18	13	21
24	18	30.4

وتسمى نقطة الندى Dew point وهى درجة الحرارة التى يحدث عندها التكثف وذلك عند تعرض الهواء الحامل لبخار الماء للأسطح الباردة.

ويعمل التكثف على زيادة المحتوى الرطوبى لمواد البناء وهذا يعتمد على درجة الرطوبة النسبية المحيطة ودرجة الحرارة ودرجة مسامية مواد البناء .

وقد يحدث أن يرتفع ضغط بخار الماء داخل المنازل اكثر من الضغط البخارى الخارجى مما يؤدى إلى تحريك بخار الماء من الداخل إلى الخارج خلال مسام المبانى ومواد البناء و أثناء مسار حركته للخارج قد يحدث له عملية تبريد حتى درجة الندى يؤدى لحدوث تكثيف لبخار الماء داخل مسام الحوائط مما يؤدى إلى زيادة التوصيل الحرارى لها وبالتالى انعدام وظيفتها المهمة فى العزل الحرارى .

وقد تحدث عملية تكثيف على الأسقف وبخاصة فى الصباح الباكر مما يؤدى إلى تجمع قطرات الماء وزيادة المحتوى المائى له وبخاصة عبر الشقوق والشروخ.

تأثير التكثف Effects of condensation

يمكن تقسيم تأثير التكثف على مواد البناء إلى ثلاثة تأثيرات وهى :

(١) تأثيرات فيزيائية Physical effects

حيث أن قطرات الماء الناشئة عن عملية التكثف تعمل على تمدد مواد البناء كما أن حبسها داخل التركيب المسامى لمواد البناء وعند انخفاض درجة الحرارة وحدوث الصقيع يحدث لها زيادة فى الحجم ٩ ٪ نتيجة عملية التجمد وتحولها من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة وبالتالى زيادة ضغطها على جدار المسام وحدوث الشروخ الدقيقة .

(٢) تأثيرات كيميائية Chemical effects

وغالبا ما يحتوى الماء المتغلغل داخل الحوائط على أملاح قابلة للذوبان إما آتية من إذابته للأملاح الموجودة فى مواد البناء أو آتيه من تفاعل الغازات الجوية مع مواد البناء مثل CO_2 ، SO_2 وعند حدوث الجفاف تبدأ هذه الأملاح فى التبلور وتتزهر خارجيا External efflorescence أو داخليا Crypto-fluorescence مسببة تشويه وتلف لمواد البناء .

كما أن هجرة الأملاح من مكونات الطوب وبخاصة الكبريتات قد تتفاعل مع مكونات المونة مؤدية إلى انتفاخها وتمددها وبالتالى ظهور الشروخ الدقيقة بها .

كما أن عملية التكثيف وما يتخلف عنها من ترطيب لسطح المبانى تعمل على إذابة الغازات الجوية بالإضافة إلى ما يحويه الهواء من أتربة وأكاسيد حديد وذرات دخان يعمل على ترسبها على أسطح المبانى حيث يتحول SO_2 بواسطة عملية الأكسدة إلى حمض الكبريتيك فى وجود حبيبات الكربون كعامل

منشط وفى هذه الحالة فإن معدل الأس الهيدروجينى يكون PH2 متفاعلا مع كربونات الكالسيوم الموجودة ومتحولاً إلى مادة كبريتات الكالسيوم مما يؤدى إلى تكوين القشرة الصلبة السوداء المشوهة لأسطح المبانى كما أن التصاق الحبيبات الدقيقة المعلقة بالهواء بسطح المبانى يعمل على تغيير اللون لسطح المبانى .

(٣) تأثيرات بيولوجية Biological effects

زيادة رطوبة مواد البناء يساعد على نمو الفطريات حيث أن النمو الفطرى يبدأ عند ارتفاع الرطوبة النسبية اكثر من ٧ ٪ حيث أن جراثيم الفطريات موجودة فى الهواء وعلى سطح المبانى حيث تبدأ مستعمراتها فى النمو بألوان مختلفة منها البنى والأسود والأخضر والأصفر حيث تعمل على تشويه المظهر الجمالى للمبانى كما يساعد على نمو الطحالب وذلك لقدرتها على امتصاص الرطوبة من الهواء ونموها بسهولة على الحوائط الخارجية للمبانى .

تأثير ارتفاع الرطوبة على الأخشاب

كما تؤثر الرطوبة على الأخشاب الموجودة داخل المبانى حيث أن الخشب من المواد الهيجروسكوبية فهو يمتص أو يفقد الرطوبة من الجو المحيط بناء على التغير فى الرطوبة النسبية للهواء المحيط بالارتفاع أو الانخفاض حيث ينتفخ أو ينكمش وجدران خلايا الخشب تمتص الماء بنسبة تتراوح بين ٢٠ — ٣٠ ٪ بالنسبة للوزن الجاف للخشب وتختلف هذه النسبة كلما نقصت درجة الرطوبة النسبية المحيطة وتتراوح النسبة فى حالة انخفاض الرطوبة النسبية المحيطة لتصل بين ١١- ١٢ ٪ والتمدد أو الانكماش يكون غير متساوى فى جميع الاتجاهات حيث انه لا ينكمش فى الاتجاه الطولى للألياف ولكنه ينكمش كثيرا فى الاتجاه العرضى

كما يعتمد على موقع ألواح الخشب فى ساق الشجرة أصلاً إذ أن انكماش الخشب المماسى يكون عادة ضعف انكماش الخشب القطرى كما تختلف باختلاف أنواع الأخشاب فنسبة الانكماش تكون كبيرة فى حالة أخشاب الزان beech والبلوط (الارو) Oak ويبلغ انكماش الأخشاب الصلبة فى حالتها الطبيعية فى الظروف العادية ١ ٪ فى الاتجاه المماس و٢ ٪ فى الاتجاه القطرى بينما فى الأخشاب اللينة يبلغ انكماشه فى الاتجاه المماس ٦ ٪ وفى القطرى ٥ ٪ وفى وجود الرطوبة يحدث التحلل المائى للسليولوز والهيميسليولوز ويحتفظ السليولوز فى المراحل الأولية للتحلل المائى بالتركيب البنائى الأساسى للألياف و باستمرار التحلل يحدث نقص فى الخواص الفيزيوميكانيكية كما يتحلل الهيميسليولوز وهو مادة عديدة السكريات ويعطى البنتوز والهكسوز وليس الجلوكوز فقط فى حالة السليولوز ، وهذه السكريات قابلة للذوبان فى الماء وحيث أن الهيميسليولوز يلعب دورا هاما فى ربط ألياف السليولوز بعضها ببعض فإن تحلله يساعد على هشاشته وفقدان الخواص الميكانيكية للخشب وذلك لتحلل وتلف الجدار الثانوى للخلايا الخشبية وبالتالى الضعف الكلى كما أن نزح المستخلصات Extractives والتى تحمى الكربوهيدرات من التحلل يلعب دورا هاما فى فقد متانة الخشب وعملية تحطيم الكربوهيدرات يصاحبه اختزال فى تبلور السليولوز المتبقى وإقلال التبلور يزيد خاصية الهجروسكوبية كما يؤدى إلى انكماش اللويفات الدقيقة السليولوزية وبالتالى نقص متانة جدران الخلايا بدرجة تجعلها لا تتحمل الشد السطحى للماء الحر الموجود بها وبالتالى انهيارها.

(٢) الحرارة Air temperature

تعتبر التغيرات المستمرة فى معدلات الحرارة يوميا وموسميا وسنويا من

أسباب تلف مواد البناء المختلفة لأن هذه التغيرات تتسبب فى تلف هذه المـــواد بطريقة مباشرة وتشترك مع عوامل التلف الأخرى فى زيادة معدلات التلف حيث تتغير درجة الحرارة خلال فصول السنة فهى تتسم بالبرودة فى فصـــل الشــــتاء ويرجع ذلك إلى الرياح الباردة التى تهب فى مؤخرة الانخفاضات الشتوية ، ويتميز فصل الصيف بثبات حرارته المرتفعة وقد ترتفع اكثر خلال فصل الربيع عنــــدما تهب رياح الخماسين .

وموقع رشيد يتأثر بالمؤثرات البحرية والتى يقدر امتدادها بنحو ٣٥ كم ، يؤثر البحر فى درجة الحرارة حيث أن هناك تشابه كبير بين درجة حرارة البحر والهواء فى رشيد حيث يتراوح انحراف متوسط حرارة البحر عن الهواء بين ٠.٧ فى شهر مارس إلى + ٥٥ م فى يوليو كما يبلغ المعدل السنوى — ٥٢ م ونظـــرا لأن الرياح السائدة طوال العام هى الرياح الشمالية وتمثل نسبتها حوالى ٤٦.٣ % من إجمالى اتجاهات الرياح وتزداد نسبتها فى فصل الصيف إلى ٦٢ ٪ لـــذا تكتسب الرياح حرارة البحر فتقارب حرارة الهواء مع حرارة البحر فالمتوســـط السنوى لدرجة الحرارة اليومية يصل فى رشيد فى شهر يناير وهو اقل شهور السنة حرارة ثم ترتفع الحرارة تدريجيا من إبريل حتى تبلغ أقصاها فى أغسطس وتنخفض بعد ذلك من سبتمبر وتتراوح متوسطات النهاية الصغرى والعظمى بين ٦.٩ — ٥٣١,٩ م ويبلغ اعلى متوسط للنهاية العظمى فى شهر أغســـطس فيصـــل إلى ٥٣٠,٤ م .

ويعمل ارتفاع الحرارة وانتقال التأثير الحرارى إلى مـــواد البنـــاء عـــبر الشقوق والمسام الموجـــودة فى هـــذه المـــواد وذلـــك عـــن طريـــق الحمـــل Convection والتوصـــيل Conduction والإشـــعاع Radiation ودرجة الحرارة هى المقياس الذى يعبر عن مقدار ســـخونة أى جســـم نتيجـــة

لحرارته وكلما زادت الطاقة الحركية لجزيئات أى جسم كلما زادت سخونته وارتفعت درجة حرارته ولا بد من التفريق بين درجة الحرارة وبين الحرارة ذاتها فدرجة الحرارة هى مقياس للسخونة أما الحرارة فمقدار الطاقة الحرارية التى أدت إلى هذا السخونة وتتوقف الطاقة الحرارية على درجة الحرارة وكتلة الجسم ومعدل كمية الحرارة المنتقلة يتناسب طرديا مع مساحة الجسم وعكسيا مع سمكة كما يعتمد انتقال الحرارة بالحمل على درجة الحرارة وحركة الهواء والفراغات الموجودة بالمبنى وسمك الجدار .

تأثير الحرارة على مواد البناء

يؤدى التأثير الحرارى على مواد البناء مثل الطوب والمونات إلى زيادة حجم البللورات المعدنية التى تتكون منها هذه المواد نتيجة عمليات التمدد الحرارى وعندما تنخفض درجة الحرارة يحدث انكماش فى أبعاد هذه البللورات وتختلف معاملات التمدد الحرارى باختلاف المعادن فيعطى الدلوميت تمدد اكثر من الكالسيت كما أن المحاور البللورية للكالسيت يختلف تمددها وانكماشها عند درجة حرارة ٣٠°م يعطى تمدد حرارى للمحور axis C (C) مقدارد 0.075% ويكون انكماش المحور ٩ مقداره 0.015% مما يعطى زيادة فى الحجم مقدارها 0.045% وتعطى بلورة الكالسيت قوة ضغط ناتجة عن التمدد من ٨٠٠ — ١٢٠٠ كجم / سم٢ وتكون اقل فى الحجر الجيرى وفى حالة معدن الكوارتز فعند تسخينه إلى ٤٠°م ينتج عنه ضغط تمدد مقداره ٥٤٥ كجم / سم٢ ويتمدد الكوارتز أكثر من الفلوسبار أربعة مرات واكثر من الهورنبلند مرتين كما يعطى الجبس معادل تمدد اكثر من الكالسيت بخمس مرات ولذلك تفضل بلورات الجبس عن بلورات الكالسيت بعد دورات من التمدد

والانكماش ويتمدد الهاليت اكثر من الكالسيت و الكوارتز ويتمدد الهاليت ٠,٥ ٪ عند ٦٠° م بينما الجرانيت يتمدد فقط ٠,٢ ٪ ولذلك فإن وجود الأملاح فى مسام مواد البناء يلعب دورا هاما فى التلف الفيزيـــائى Physical decay لها .

وعند حدوث التمدد الحرارى للطوب لا يعود لطوله الأصـــلى عنـــد الانكماش مما قد يسبب وجود شروخ شد به والحركات الحرارية العموديـــة فى الحوائط تكون مسترجعة ولكن الحركات الأفقية ممكن أن تكون مسترجعة إذا لم تحدث شروخ فى الحائط .

وتؤثر الحرارة على مواد البناء أثناء عمليات الترميم والاستكمال هـــا أيضا فعند إجراء عمليات الاستكمال بالمونة والتى قد يدخل الأسمنت فى تكوينها ونتيجة تفاعل الأسمنت مع الماء (الاماهه) تتولد كمية من الحرارة فى البدايـــة (٢٤ ساعة) حيث يتجاوز معدل تكوين الحرارة معدل فقدان هـــذه الحـــرارة وبعد (٧ — ١٤) يوم يهبط معدل الحرارة لانخفاض درجة التفاعـــل فتعـــود الحرارة إلى حرارة الوسط والذى توجد به المونة وهذه الفروقات فى درجة الحرارة تكون اجهادات شد تسبب تشققات المونة ويمكن التمييز بين شقوق الـــتقلص الحرارى وشقوق الانكماش التى يسببها الجفاف الطويـــل أن الأولى تظهـــر فى الأسبوعين الأولين بينما شقوق الانكماش بعد عدة أسابيع أو اشهر وقد تحدث التشققات الشبكية Crazing لسطح المونة وذلك أيضا إذا كانـــت حـــرارة الوسط عالية كما تؤثر عمليات التمدد الحرارى والانكماش للمونة على الخواص الميكانيكية لها مما يودى إلى ضعف ترابطها ومتانتها .

وعندما ترتفع درجة الحرارة فإن الأسطح الخارجية للمبـــانى تكـــون حبيباتها فى حالة تمدد بينما الأسطح الداخلية تكون فى حالة انكماش نتيجة عدم

وصول التأثير الحرارى إليها وعند انخفاض درجة الحرارة أثناء الليل تكون الأجزاء الخارجية فى حالة انكماش بينما الأجزاء الداخلية فى حالة تمدد مما يتسرب داخلها من حرارة أثناء النهار ولذلك يتولد اجهادات شد مختلفة مؤدية إلى تساقط الحبيبات المعدنية وتقشرها ، كما تسبب الحرارة المرتفعة فى تبخر المياه الأرضية الحاملة للأملاح الذائبة التى انتقلت إلى جدران المبانى من التربة حيث يترتب على ذلك تبلور الأملاح سواء داخل مكونات مواد البناء أو على أسطحها الخارجية .

كما تؤثر الحرارة على الأخشاب حيث أن ارتفاعها من ٢٠ – ٢٥° م يزيد معدل تلف السيلولوز مع ثبات الرطوبة النسبية ويتعرض للتفتت بتعرض الخشب للجفاف وتعرضه للحرارة العالية تبدأ عمليات تحلله بالحرارة. Thermal decomposition حيث يحدث له تغيرات لونية وخشونة سطحه ، ضعف متانته ونقص وزنه ويتشابه مظهره مع مظهر الخشب المصاب بالعفن البنى وتقل صلابة الخشب عند تعرضه لدرجات حرارة مرتفعة ولكن لا ينتج دخان أو توهج للخشب Glowing of wood عند درجات حرارة أقل من ٢٠٠° م لكن تنبعث غازات أهمها غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء أما احتراق الخشب Combustion المصاحب له انبعاث الضوء والحرارة فيحدث عند درجة حرارة ٢٧٥° م .

(٣) الإشعاع الشمسى

يصل الإشعاع الشمسى إلى الأرض حيث تمتصه مواد البناء ويقل الإشعاع الشمسى على ساحل البحر بفعل السحب ولكن كلما ابتعدنا عن الشاطئ ناحية الجنوب يظهر شدة الإشعاع الشمسى من خلال المناخ الحار خصوصا فى فصل الصيف لعدم تأثير الرطوبة والسحب فى المناخ وتغير درجة

حرارة الهواء إلى حديها الأقصى والأدنى كنتيجة طبيعية لتغير كثافة وشدة الإشعاع الشمسي الذي يبلغ أقصاه ظهرا و أدناه عند الغروب والشروق بينما تبلغ شدة الإشعاع غير المباشر المنبعث من الأرض أقصاه الساعة الثانية ظهرا وأدناه في الصباح قبل شروق الشمس.

وترجع خطورة الإشعاع الشمسي إلى احتوائه على العديد من الإشعاعات مثل الأشعة فوق البنفسجية التي تؤدي إلى تلف المواد العضوية بالإضافة إلى الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء والموجات الطويلة .

وتأثير الإشعاع الشمسي على مواد البناء عن طريق التأثير على المحتوى المائي وتبخر الرطوبة الموجودة بها ويختلف امتصاص الأسطح باختلاف ألوانها حيث تمتص الأسطح السوداء كمية اكبر من الإشعاع الشمسي اكثر من الأسطح البيضاء التي تعكسه وتعمل الأشعة فوق البنفسجية الممتصة على تلف وبهتان المواد العضوية الملونة كما إن العديد من البوليمرات الموجودة في المواد العضوية تتكون من جزيئات سلاسلها طويلة وتعمل الأشعة فوق البنفسجية على تكسيرها وتأثير الأشعة تحت الحمراء يمكن في الإسراع في معدل تلفها وتغير ألوان المواد العضوية وبخاصة الألوان الزرقاء والخضراء والتي كانت موجودة في الزخارف الملونة النباتية والهندسية على أخشاب الموردات في واجهات منازل رشيد .

كما تؤثر الأشعة على الأخشاب فقد أثبت Hon أن الخشب يتلف عند تعرضه للضوء من خلال تجارب قام بها عند تعريض الخشب لأشعة ضوئية Photo irradiation حيث نتج عن ذلك شقوق حرة (راديكالات) قادرة على التفاعل مع الأكسجين ، ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين لتكون مركبات كبريتية .

وبتعرض الخشب لضوء الشمس يودي ذلك إلى اصفرار الخشب وقد

يظهر أيضا فى بعض الأنواع غمقان فى اللون ويتغير لون الخشب المعرض للشمس نظرا لنفاذ الأشعة فوق البنفسجية الموجودة فى ضوء الشمس جزئيا داخل الخشب وفى بعض أنواع الخشب نجد أن لون الخشب يصبح اكثر بياضا بتعرضه لأشـعة الشمس والتى تعتبر من ضمن العوامل البيئية المختلفة التى تسبب التجوية للخشب وتقادمه بواسطة التلف الضوئى Photodegradation حيث يمتص السليولوز الضوء بقوة تحت 200-400 nm ويتشابه الهيميسيليولوز مع السليولوز فهـو يمتص الأشعة فوق البنفسجية بدرجة مماثلة ويمتص اللجنين والفينولات Lignin and polyphens الضوء بقوة اسفل 280-200 كما تمتص المستخلصـات Extractives الضوء بين 400 -300 ونظرا لأن كل مكونات الخشـب لهـا القدرة على امتصاص الضوء المرئى والأشعة فوق البنفسجية مما يودى إلى تغـير لونه للتفاعلات الفوتوكيمائية Photochemical reactions مما يودى إلى تغير لون الطبقة السطحية لمسافة تتراوح بين ٠,٥ — ٢,٥ مم .

وبتعرض الخشب للضوء تزيد الراديكالات الحـرة Free radicals وهى ثابتة ولكن فى وجود الأكسجين تتحلل حيث تكون الهيدروبيروكسيدات Hydroperoxides والتى تلعب دورا هاما فى التغير اللونى للخشب كمـا أن أكسدتها للهيدروكسـيدات الفينوليـه Phenolic Hydroxides يزيـد الحموضة ويقل محتوى اللجنين وهذه التغيرات الكيميائية تؤدى إلى ضعف متانة الخشب .

(٤) الصقيع Forst

تتبع الانخفاضات الشتوية حدوث الرياح العاصفة أو الأنواء التى تتسم بالبرودة وانخفاض الحرارة إلى درجة تحت الصفر وعند تواجد ارتفـاع نسـبة

الرطوبة داخل المسام والشروخ والفلوق فى مواد البناء وبواسطة عملية التمـــدد لزيادة حجم قطرات الماء عند التجمد ٩ ٪ وعند درجة - ٢٢° م للصقيع ممكن أن يتولد ضغط مقداره (30 lb/sq. in.) مما يودى إلى تلف المونات والطوب كما أن وجود المياه الأرضية محملة بالأملاح يزيد من معدل التلف أثناء الصقيع .

كما أن الهواء المحبوس فى المونة أثناء الخلط قد يعطى فجوات لبلـــورة الثلج أن تتمدد بدون تلف المونة وهذا يتوقف على المياه الموجودة داخل التركيب المسامى للمونة وفى حالة الزيادة يحدث تحطم للمونة من خلال الشروخ الشعرة الحادثة فى تركيبها الناتجـــة عـــن الضـــغط الهيدروســـتاتيكى Hydrostatic pressure لبلورة الثلج على الجدار المسامى حيث تتولد قوى شد تتلفه ويكون تأثير الصقيع قريب من سطح المواد ومهاجمة الصقيع للطوب تسبب تفتت سطحه وتقشره وعمليات التمدد الطولية والعمودية للحائط ممكن أن تحـــدث عمليـــة انتفاخ للحائط ، وتأثير الصقيع على المواد غير العضوية الهشة يعتمد على الحجم الكلى للمسامية وتوزيع حجمها ومقاساتها وشكلها .

ونظرا لأن الخشب من المواد الهيجروسكوبية والتى تمتص الرطوبة مـــن الهواء المحيط مؤديا إلى زيادة المحتوى المائى للخشب وهذا المـــاء الممـــتص عنـــد حدوث الصقيع يتمدد فى الحجم حتى درجة - ٣٨° م وتزيد لزوجتـــه وشـــده السطحى ويزيد حجم الماء الحر الموجود فى الخشب عند تحوله إلى ثلج إلى ١٣ ٪ مولدا ضـــغط ممكـــن أن يصـــل إلى 12.1 Mpa for each degree of Celsius of temperature وهذا الضغط يؤدى إلى تلف الخشب ومكوناتـــه الرئيسية من السليولوز واللجنين حيث يتغير معدل توزيع الجزيئات وانفصـــال الجزيئات الكبيرة وضعف الروابط الهيدروجينية Hydrogen bonds بين الماء والجزيئات القطبية Polar molecules .

(٥) الرياح Winds

يعتبر هبوب الرياح والعواصف من العوامل الجوية التى تشكل خطورة بالغة على المبانى الأثرية وتتوقف خطورة الرياح على سرعتها وعلى المصدر الذى جاءت منه فالرياح القادمة من المناطق الصحراوية الحارة تحمل معها كميات كبيرة من الرمال والأتربة التى ترشق بها بقوة أسطح المبانى الأثرية وتحدث بها شروخا وفجوات كثيرة مثل رياح الخماسين التى تحمل كميات هائلة من الرمال كما أنها تتميز بارتفاع درجة الحرارة .

والاتجاهات السائدة للرياح متعددة منها الرياح الشمالية والشمالية الغربية التى تبلغ نسبتها ٤٦ ٪ من الرياح التى تهب طوال السنة تقريبا وهناك الرياح الشمالية والشمالية الشرقية بنسبة ٩ ٪ و الرياح الشمالية نسبة ٧ ٪ – ٢٥ ٪ ورياح جنوبية غربية بنسبة ٥ ٪ ساخنة ومحملة بالأتربة (رياح الخماسين) وتزيد سرعة الرياح كلما اتجهنا غربا حتى تصل أقصاها عند السلوم ويطلق لفظ الخماسين على الرياح المنخفضة الحارة الجافة المحملة بالأتربة والتى تهب من الجهات الجنوبية الغربية مصاحبة للضغط المنخفض المتكون فى أقصى غرب مصر وتأتى هذه العواصف متكررة خلال الشهور من فبراير إلى يونيو حتى تغطى المنطقة رياح ساكنة متربة لعدة ساعات ثم لعدة أيام ثم يتبعها عواصف رملية ثم يحدث عاصفة حادة قصيرة مصحوبة بموجة باردة تبعا لمسار منطقة الضغط المنخفض المصاحب لها والمارة بمصر وتساعد هذه الظروف المناخية القياسية على هطول الأمطار فينخفض تأثير الأتربة العالقة فى الهواء ويمكن أن تسبب الرياح مباشرة تلف فيزيائى للمبنى وذلك بإزالة أجزاء منه كما أنها يمكن أن تساعد على رفع رطوبة المبنى ولذلك يراعى عند التصميم المعمارى للمبنى وضع اتجاهات الرياح وسرعتها فى الاعتبار فالرياح التى تهب من مناطق باردة تتسبب فى انخفاض

درجات الحرارة للوسط المحيط بالمبانى الأثرية وهكذا تلعب الرياح دورا خطيرا فى اختلال التوازن الطبيعى فى معدلات الحرارة المحيطة بالمبانى الأثرية الأمر الـــذى ينجم عنه تلف المكونات المعدنية التى تتكون منها أحجار تلك المبانى كما تقوم الرياح بدور خطير يتمثل فى نقل التلوث الجوى وبخار البحر المشبع بالأملاح إلى أسطح المبانى الأثرية لذلك فللرياح دورا هاما فى التلوث البيئى حيـــث تعتمـــد انتشار الملوثات على سرعة الرياح وشدتها واضطرابها والتى تتأثر بطبوغرافيـــة المكان حيث تحمل الرياح السناج ومخلفات المصانع مسببة غمقـــان واســـوداد السطح مما يصعب إزالته كما أن فى وجود الرطوبة تتكـــون البقـــع الحمضـــية الكلورية وهو ما يسمى بالتلف المزدوج بالإضافة إلى تبقع السطح تعمل الأحماض القلويات على تآكل السطح كما تلعب الرياح دورا هاما فى زيادة تبخر المياه عن طريق التيارات الهوائية وتولد قوى السحب Suction force والتى تعمل على زيادة تبلور الأملاح فوق السطح كما تعمل الرياح الجراثيم الفطرية والبكتيريـــة وترسب على أسطح المبانى وفى حالة توفر الظروف البيئية المناسبة تبـــدأ نموهـــا مسببة التلف العضوى للمنشآت الأثرية.

التلوث Pollution

ويمكن تعريف الملوثات على أنها شوائب غازية أو صلبة أو سائلة توجد بتركيزات تبقى لفترات زمنية كافية لإحداث ضرر بصحة الإنسان أو ممتلكاتـــه عن طريق ما تحدثه من تغير فيزيائى أو كيميائى أو بيولوجى بالبيئة المحيطة به مما يودى إلى اختلال التوازن البيئى وعليه فإن التلوث كظاهرة بينية تشمل تلـــوث الهواء والمياه والتربة و ... الخ .

ويعتبر التلوث البيئى إحدى المشكلات الهامة التى تواجهنا فى حياتنـــا

المعاصرة نتيجة النشاط المتزايد للإنسان فى كافة مجالات الحياة فالبيئة الطبيعيـــة Natural Environment تتميز بوجود توازن دقيق وصارم قائم و بصـــفة مستمرة بين عناصرها المختلفة ويعرف هذا التوازن بالنظام البيئى Ecosystem وهذا النظام يشتمل على دورات متعددة لابد من التعـــرف عليهـــا لإعطائنـــا معلومات عن المنظومة البيئية المحيطة بالمبانى الأثرية والتى قطعا تكون طرف فيها وتتأثر بها.

ويمكن أن تنقسم الملوثات طبقا لمصدرها إلى :

(١) الملوثات الطبيعية Natural Pollutants

وهى التى تنتج عن مكونات البيئة ذاتها دون تدخل الإنسان فيها وتتمثل فى الحبيبات الصلبة الملوثة للـــهواء Particulates وهـــى حبيبـــات الأتربـــة والاتساخات والرمال الدقيقة وكربونات الكالسيوم المتطايرة وكبريتات المعادن القلوية المتصاعدة من بخار البحر واكاسيد النتروجين التى تتكون فى الهواء نتيجة للتفريغ الكهربى ومركبات الكبريت الناتجة عن المصادر الطبيعية .

(٢) الملوثات الصناعية Artificial Pollutants

وهى التى تنتج من فعل وتدخل الإنسان فى الطبيعية وتتمثل فى الحبيبات الكربونية المنبعثة بواسطة احتراق الزيوت المعدنية كما قد توجد معها حبيبات من التربة مثل الكوارتز والفلدسبارات والمعادن الطبيعية والمعادن الصناعية الناتجة عن مداخن مصانع الطوب الموجودة بشمال رشيد بالإضافة إلى الأفـــران والمطـــابخ الملحقة بالمنازل ومحركات الديزل والحافلات من ملوثات صناعية مختلفة ســـواء أكانت صلبة أو سائلة أو غازية ، وكذلك الحبيبات الكربون السوداء الناتجة عن احتراق المواد البترولية المختلفة وغالبا ما تكون هذه الجسيمات مختلطة بالاكاسيد

المعدنية والشعيرات والشحوم والزيوت البترولية كما أنها تكون محملة بغاز ثانى أكسيد الكربون وبعض الغازات الصناعية الضارة.

ولا تعتبر مدينة رشيد مدينة صناعية كبيرة ولكن توجد بها بعض المصانع والأفران والكثير من الأنشطة الإنسانية اليومية التى قد تؤثر جزئيا على المبانى الأثرية والواقعة داخل الحيز العمرانى للمدينة .

وتتمثل مظاهر تلف المنشآت الأثرية بمدينة رشيد بواسطة الملوثات فى :

١- ترسيب الحبيبات المعلقة .
٢- تكوين القشرة الصلبة السوداء على أسطح المبانى .
٣- التأثير على المواد الملونة بزخارف الحوائط والأسقف .
٤- تآكل المصبعات الحديدية بالشبابيك والأبواب .
٥- تجوية أسطح المبانى الأثرية .

١- ترسيب الحبيبات المعلقة :

وهذه الحبيبات تكون صغيرة الحجم وخفيفة الوزن وتكون معلقة فى الهواء أو ترسب أحيانا ويقاس حجم هذه الحبيبات بقياس أقطارها بالميكرون وتقسم على حسب أقطارها إلى حبيبات صغيرة نسبيا وهى التى أقطارها اقل من ٥ ميكرون وهى تبقى معلقة فى الهواء حتى يتم هبوطها على أسطح المبانى أو حبيبات صغيرة جدا وتصل أقطارها إلى ٠,١ مم ميكرون وهى تبقى معلقة فى الهواء بصفة مستديمة ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ويتم التقاط الحبيبات الترابية وذرات السناج على أسطح المبانى ويساعد على ذلك خشونة السطح ونسبة الرطوبة الموجودة .

ويعتبر السناج الصناعى أو الناتج عن مداخن مصانع الطوب أو الأفران من العوامل التجوية الجوية حيث أن حبيبة السناج تكون محاطة بغلالة من الماء

والتى تعمل على امتصاص الغازات الجوية مثل أكاسيد النيتريك أو الكبريت واللذان قد يوجدان بصورة طبيعية فى الجو نتيجة الأنشطة البيئية الطبيعية أو ثانى أكسيد الكربون ومع وجود الطاقة المستمدة من أشعة الشمس وبعض الاكاسيد المعدنية والمواد الكربوناتية الموجودة فى الأتربة ممكن أن تتفاعل هذه المكونات مع أسطح المبانى والمونات الجيرية منتجة كبريتات الكالسيوم إما فى صورة بثرات على أسطح الرخام الموجود بأسبلة المنازل أو على المونات أو تلصق على أسطح الشبابيك والمشربيات والرواسب والأبواب والميدات مؤدية إلى تآكل الطبقة الحامية ومؤدية إلى تغطية أسطحها بلون اسود غير محبب ولا يقتصر ذلك على الأسطح الخارجية بل قد يتعدى إلى الأسطح الداخلية للمبنى من خلال الفتحات واتجاه حركة الهواء وقد تنتج عن أعمال الطبخ والتدخين والتنظيف معدلات اعلى للحبيبات الدقيقة اكثر من الآتية من الخارج وتزيد معدلات الترسيب للحبيبات المعلقة على أسطح المبانى فى وجود تكثف لقطرات الماء على أسطح المبانى وتركيز اعلى للملوثات الهوائية.

٢ – تكوين القشرة الصلبة السوداء على أسطح المبانى
Formation of hard crust on building surface

ترجع ميكانيكية تكوين القشرة الصلبة السوداء على أسطح المبانى إلى إسهام ثانى أكسيد الكبريت فى تكوينها والذى قد يتواجد فى الجو من تحلل المواد العضوية واحتراق الوقود مثل الفحم والبترول وفى صناعة تكرير البترول و إنتاج الطوب أو النشاط الجيوحرارى **Geothermal activity** أو رذاذ البحر أو الأنشطة الحيوية على المحيطات والأجزاء الساحلية أو الأنشطة الإنسانية واحتراق الوقود الحفرى حيث تتراوح نسبته فى البترول من ٠,٧٥ – ٢,٥ وفى وجود

عملية التكثف فإن كمية الرطوبة الموجودة على أسطح المبانى تكون صغيرة ممـــا يزيد من تركيز SO_3 والذى قد يتغلغل داخل سطح مواد البناء معتمـــدا علـــى مساميتها ومتحولا سريعا إلى حمض الكبريتيك وفى وجود حبيبـــات الكربـــون وبعض الاكاسيد المعدنية مثل الحديد كمنشطات تساعد فى إتمام التفاعل ممـــا يودى إلى تكوين قشرة الجبس لتفاعله مع SO_2 كما فى المعادلة الآتية:

$$SO_2 \rightarrow SO_2 \,.\, H_2O \rightarrow H_2SO_4 \text{ droplets} \rightarrow Ca\,SO_4$$

ويتراكم الأتربة والسناج مما يودى إلى تغطية أسطح المبانى الأثرية بلون رمادى غير محبب وهو ما نراه فى اغلب واجهات منازل رشيد وتظهر بوضـــوح على اللوحات التأسيسية الرخامية مثل لوحة مترل عصفور بالإضافة إلى تغطيـــة الزخارف الجصية فى مترل ثابت والقناديلى والمناديلى .

من خلال التحاليل التى قام بها Ericesson T. and Nord (1993) A. G. للقشرة الصلبة السوداء وذلك للتعرف على مكوناتها الكيميائية والمعدنية فقد اتضح أن اللون الأسود لها يعزو إلى وجود حبيبات السناج ومركبات الحديد السوداء بالإضـــافة إلى وجـــود معـــادن Pyrite, Limonite, Jarosite, Fe_2O_3 , Glauconite, micas والكبريت الموجود فى القشـــرة يكـــون تركيزه عاليا اكثر من مادة البناء بالإضافة إلى السليكات والفوســـفات الغـــير عضوية وهذه المركبات المعدنية والعضوية آتية من البيئة المحيطة بالأثر سواء وجود طريق عام أو الأتربة ذرات والرمال الدقيقة العالقة بالهواء بالإضافة إلى الأدخنـــة المتصاعدة من الأفران والمطاعم ومصانع الطوب الموجودة بشمال مدينة رشيد مما يودى إلى تغطية واجهات المنازل باللون الرمادى وبخاصة فى أماكن تحت الظلات والموردات والبروزات وذلك لعدم وصول مياه الأمطار إليها والتى تعمل علـــى غسيلها ولذلك فإن الأماكن البارزة والمواجهة لاتجاهات الرياح والتى تصل إليها

مياه الأمطار لا يلاحظ تكوين القشرة الصلبة السوداء بها.

٣- التأثير على المواد الملونة بالزخارف الحائطية والأسقف

تؤدى الأتربة وذرات السناج المتصاعدة من مداخن المطاعم والأفران بالإضافة إلى المطابخ الموجودة بالمنازل الأثرية والتي غالبا ما توجد فى الناحية الجنوبية من المنزل على التأثير على الزخارف النباتية والهندسية الموجودة بالأسقف والتي غالبا ما تحتوى على مواد ملونة معدنية أو عضوية حيث تؤدى هذه الأخيرة إلى طمس وبهتان المواد الملونة وغالبا ما تكون بها مواد دهنية وزيتية تبلمر على أسطح الصور وتتداخل فى مكوناتها بفضل الشروخ الدقيقة والشبكية الموجودة على أسطحها مما يؤدى إلى صعوبة تنظيفها بعد ذلك بالإضافة إلى التأثير على الدرجة اللونية للمواد الملونة بل قد تؤثر على طبقة الأرضية وذلك عن طريق أن هذه المواد قد تحتوى أيضا على الايروسولات الطبيعية والمحتوية على السليكا وكربونات الكالسيوم بالإضافة إلى الكلوريدات والكبريتات للفلزات القلوية والتي غالبا من البحر كما أن وجود SO_2 المتصاعد من عمليات الاحتراق المحتوية على الكبريت مثل الفحم والزيوت المعدنية والذى يتأكسد مكونا ثالث أكسيد الكبريت متحولا فى وجود الرطوبة إلى حمض الكبريتيك يؤثر على طبقة الأرضية المكونة من كربونات الكالسيوم ومحولا بعضا منها إلى كبريتات الكالسيوم والتي تزيد فى الحجم .

كما أن وجود ثانى أكسيد الكربون كمكون غازى طبيعى وفى وجود الرطوبة ممكن أن يتحول إلى حمض الكربونيك الضعيف والذى يتفاعل مع مادة كربونات الكالسيوم فيحولها إلى مادة بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان مما يؤدى إلى إذابة مادة كربونات الكالسيوم بالتدريج وباستمرارها يؤدى إلى فقد

طبقة الأرضية وهو ما يلاحظ بالزخارف الملونة بسقف الحجرة الجنوبية الغربية بالدور الأول علوى بمنزل المناديلي، وقد يتحول اللون الأخضر المكــون مــن Copper resinate إلى اللون البنى مع الزمن ويكون معدلها سريع فى مثل هذه الظروف كما أن الالترامارين Ultramarine يعطى المظهر الأبيض وهو يسمى بمرض الالترامارين بواسطة تفاعلات الأحماض الجوية كما أن الأزرق البروســى Prussian blue يدمر بفعل القلويات والتى تدمر أيضا الخضــر Copper resinate green والذى يتحول إلى اللون البنى وكما هــو موضــح بمنزل القناديلى والمناديلى .

كما أن وجود ثانى أكسيد النيتروجين NO_2 وأكسيد النيتريك NO وأكسيد النتروز N_2O بكميات صغيرة فى الهواء الجوى ويوجد أكسيد النتــروز N_2O يوجد فى البيئة الطبيعية بنسبة كبيرة من ٠,٢٥ — ٠,٦٠ جزء فى المليون (0.25-0.60 ppm) حيث ينــتج فى المــاء والتربــة بواســطة العمليــات الميكروبيولوجية والأنشطة الزراعية (مثل اســتخدام الأسمــدة النيتروجينيــة) وعمليات الاحتراق والتفاعلات الضوكيميائية Photochemical فى الجو فى طبقة الاستراتوسفير أما أكسيد النيتريك فينتج بواسطة محركات الاحتراق والذى يتأكسد إلى ثانى أكسيد النيتروجين وفى المناطق الساحلية البحرية يكون معــدل أكسيد النيتريك 0.01 ppm حيث يتم أكسدته بواسطة الأوزون والذى يــؤثر على المواد الملونة الطبيعية مثل الزعفران Saffron وصــبغة الــلاك Madder والانديجو الكركم Curcumin بالإضافة إلى المواد الملونة الصناعية مثــل The arsenic sulfide pigments , Orpiment and Realgar ولذلك فــإن ثانى أكسيد النيتروجين يؤثر على الألوان عن طريق أكسدته لها مســببا بهتانهــا ووجود الأتربة والسناج والشوائب الجوية والتى قد تحتوى على بعض الأمــلاح

الآتية من البحر مثل الكلوريدات ممكن أن تلعب كعوامل نشطة مسببة بهتان الألوان كما قد يتأثر أبيض الرصاص ويحدث إسوداد بتأثير كبريتيد الهيدروجين الموجود فى الجو .

٤ – تآكل المصبعات الحديدية والنحاسية بالشبابيك والأبواب

تؤثر الأتربة والمحاليل القلوية والحمضية الناجمة عن تفاعل المكونات الغازية مع الرطوبة الموجودة فى الجو بالإضافة إلى رذاذ الأملاح مثل الكلوريدات الآتية من ماء البحر حيث تتفاعل الكلوريدات وبخاصة كلوريد الصوديوم مع الحديد مكونة كلوريد الحديدوز .

ويمكن تقسيم المصدئات تبعا لخواصها الكيميائية أو الطبيعية إلى :

(١) التآكل بواسطة الأتربة حيث تؤثر حمضية الأتربة ونسبة الرطوبة بها والأملاح وكمية الأكسجين.

(٢) التآكل بواسطة القلويات والأحماض والأملاح والغازات الجوية .

وهناك عوامل كثيرة تؤثر على معدلات التآكل وهى الحمضية ، العوامل المؤكسدة ودرجة الحرارة ومعدل التآكل و تجانس المعدلات بالإضافة إلى البكتيريا والضوء وعن طريق التفاعلات الكهروكيميائية يحدث تآكل الحديد ، كما أن وجود مكونات الكبريت الموجود كشوائب والتى تعمل على تآكل الحديد فى وجود الرطوبة حيث يتكون حمض الكبريتيك الذى يتفاعل مع مكونات المصبعات الحديدية حيث تتكون قشرة من كبريتات الحديد المائية $FeSO_4 . H_2O$ وتكون شرهه لامتصاص الماء مما تؤدى إلى وجود شروخ وبالتالى عمليات الانفصال لنواتج الصدأ.

وتؤثر الأتربة والسناج والمكونات الغازية للهواء على تلف المصبعات النحاسية حيث تكون طبقة خضراء والتى تتكون لوجود ثانى أكسيد الكربون فى

الجو المحيط حيث يتكون أيون النحاسيك فى صورة كربونات قاعدية من نـــوع الملاكيت $Cu\ CO_3\ Cu(OH)_2$ وحيث أن ثانى أكسيد الكربون يتـــدخل بشكل مباشر فى الخواص الطبيعية والكيمائية لامتصاص الأوكسجين على سطح طبقة أو كسيد النحاسوز المتكون Cu_2O كذلك فإن إدمصاص الأكســـجين يعتبر شرطا أساسيا لامتصاص ثانى أكسيد الكربون وبالتالى يدمص ثانى أكسيد الكربون بسهولة مع أيون الأكسجين النشيط الحركة مؤديا إلى تكوين أيونـــات الكربونات السالبة CO_3^{--} مكونا الملاكيت كربونات النحاس القاعدية .

وفى وجود الكلوريدات الآتية من رذاذ البحر فإن أيون الكلورين يتحلل خلال طبقة الأكسجين المتكونة فى مناطق المسام والشروخ ليكون مـــا يســـمى بالصدأ الحفرى **Pitting corrosion** نتيجة لتكوين خلايا كهربية موضـــعية لهذه المناطق لتؤدى فى النهاية إلى تكوين كلوريد نحاس قاعدى لاحـــلال أيـــون الكلور محل أيونات الكربونات وقد تتكون كبريتات النحاس القاعدية عند تفاعل المصبعات النحاسية مع ثانى أكسيد الكبريت فى وجود الرطوبة والتحاليل التى قام بها شلش عام ١٩٨٠م على الطبقات الموجودة على الأسطح النحاسية وجد أنها تتكون من كبريتات النحاس القاعدية مع قليل من الكربونات القاعدية وتزيـــد كمية الكبريتات اقل من الكلوريدات فى المدن الساحلية وفى حالة تعرض النحاس للجو الملحى فإن الطبقة المتكونة تتكون أساسا من الكلوريدات والكربونـــات ونواتج صدأ الحديد والذى يتواجد من خلال المسامير الحديدية المثبتة لأخشاب — الأبواب والشبابيك والمشربيات والرواشن والموردات والـــدواليب الحائطيـــة ودواليب الأغانى حيث يؤدى تعرض الخشب لفترات طويلة لنواتج صدأ الحديد إلى حدوث ضعف موضعى ونقص فى قوة الخشب .

وأثناء أكسدة الحديد إلى هيدروكسيد الحديديك يكون الحديد عامل

مساعد Catalyst لعملية أكسدة السيليولوز إلى Oxycellulose مما يؤدى إلى تفككك بلمرته كما أن وجود الخشب فى ظروف رطبة مرتبطا مع الحديد تقل قوى الشد به حيث أن صدأ الحديد يؤثر على المواد العديدة التسكر فى الخشب بينما توفر المواد السكرية قوى الشد كما تضعف تركيب الجدار الخلوى وتغيره حيث تعتبر الأيونات المعدنية عوامل مساعدة نشطة تؤدى إلى حدوث تفاعلات كيميائيـــة غـــير بيولوجيـــة فى الجـــدار الخلـــوى فتحللـــه فى وجـــود الرطوبة كما أن نواتج الصدأ للنحاس أو الحديد قد تعمل على تصبغ Staining الأحجار الملتصقة بها وبخاصة الرخام الموجود فى واجهات أسبلة المنازل حيث أن هذه النواتج Corrosion products تتغلغل فى مسامها وتعمل على تشـــويه مظهرها كما أن وجودها فى الطوب ممكن أن ينتج عن زيادة حجمها شـــروخ دقيقة .

٥ – تجوية أسطح المبانى الأثرية

تساهم الملوثات الطبيعية والصناعية فى التجوية الكيميائية لأسطح المبانى وذلك إما عن طريق تحول المكونات السطحية لمواد البناء من مواد غـــير قابلـــة للذوبان (كربونات الكالسيوم الموجودة فى المونة) إلى مواد قابلـــة للـــذوبان بيكربونات الكالسيوم عن طريق التفاعلات الكيميائية لثانى أكسيد الكربون مع الرطوبـــة الجويـــة مـــع مـــادة كربونـــات الكالســـيوم ممـــا يـــؤدى إلى سهولة نزحها مع رخات المطر أو تؤدى تفاعلاتها مع مادة البنـــاء إلى تكـــوين أملاح ضعيفة الذوبان (كبريتات الكالسيوم) والتى تتميز بكبر حجمها عن المادة الأصلية المتكونة عنها (كربونات الكالسيوم) ومع عمليات البلل والجفاف وتغير تركيبها المعدنى من معدن الجبس Gypsum $CaSO_4$. $2H_2O$ إلى البسينيت

Anhydrite $CaSO_4$ إلى معدن الانهيدريت Bassinite $CaSO_4 . 1/2 H_2O$ وما يودى إليه من اختلاف معدلات التمدد والانكماش داخل التركيب الداخلي والسطحى لمواد البناء مما يودى إلى شروخ دقيقة وتفتيت لسطح مواد البناء ، كما أنها تحمل بين مكوناتها الترابية جراثيم الفطريات والبكتيريا مؤديـــا فى وجـــود الظروف المناسبة الملائمة لنموها إلى بدء التلف البيولوجى لأسطح المبانى .

(٢) الأملاح Salts

تعتبر الأملاح من أهم عوامل تلف مكونات مواد البناء وهى فى حـــد ذاتها لا تعتبر عامل متلف فى ظل الظروف البيئية الثابتة فقد تقوم كعامل ربط بين مكونات وحبيبات مواد البناء مما تزيد من قوتها ومتانتها ولكن فى ظل الظروف البيئية المتغيرة من رطوبة وجفاف وما يتبعها من تبلور وإعادة تبلور بالإضافة إلى هجرتها وانتقالها من مكان لآخر تودى إلى التأثير على متانة وقوة الربط لمـــادة البناء.

وتعدد مصادر الأملاح فهى إما آتية من المياه الأرضية الحاملة لها حيث أن تركيبها الكيميائى يحتوى على الكبريتات والكلوريدات والنترات والكربونات ومن أهمها ما يوضحه جدول (١٨) أنواع الأملاح الشائعة المهاجمة للمبانى:

Chlorides	Sulfates	Nitrates
Halite Na CL	Gypsum $Ca\ SO_4.2H_2O$ Bassanite $Ca\ SO_4.\ 0.5H_2O$ Anhydrite $Ca\ SO_4$	Nitrtine $Na\ NO_3$

أو قد تأتى من تفاعلات الملوثات الطبيعية أو الصناعية مع مواد البناء أو داخلة فى تركيبها الداخلى أو منقولة بواسطة الرياح سواء من رذاذ البحر أو من الأتربة والرمال الآتية من الصحراء.

وتعتبر أملاح الكلوريدات وخاصة كلوريد الصوديوم وأملاح الكبريتات وخاصة كبريتات الكالسيوم من أشهر وأخطر أنواع الأملاح المتبلورة .

تأثير الأملاح على مواد البناء

(١) تأثير الكلوريدات

تؤثر الكلوريدات على المونة وذلك عن طريق هجرة الأيونات الكلوريدية وتجمعها وعن طريق عمليات التمدد والانكماش وهجرة الكلوريدات على سطح المونة وتغلغلها مع الرطوبة مرة أخرى إلى داخل المونة تؤدى إلى التأثير على متانة المونة.

وهناك علاقة بين انتشار الكلور ونفاذية المونة والمحتوى الرطوبى ووجود الشروخ وزيادة معدل وجود الكلوريدات فى المونة يزيد التوصيل الكهربى وفى حالة وجود حديد للتسليح فى الأساسات يؤدى إلى صدأ حديد التسليح ، لذلك وضعت المواصفات المصرية الجديدة للخرسانة المسلحة اشتراطات عديدة وذلك لحمايتها من المواد الكيميائية والأملاح حيث اشترطت أن لا يزيد معدل أملاح الكلوريدات عن ٠,٥ جرام فى اللتر وأن لا يزيد الحد الأقصى عن ٠.١٥ وذلك لأن زيادتها تؤدى إلى وجود شروخ بالمونة ؛ لذلك تتأثر المنشآت الساحلية بالكلوريدات الآتية من رذاذ البحر أكثر من غيرها ولذلك فعند تبلورها على أسطح المنشآت تؤدى إلى وجود طبقة بيضاء تعرف بالتزهر تؤثر على الخواص الميكانيكية للمونة ، وذلك إذا زادت نسبة الكلور فى المونة عن ٠,٤ ٪ وذلك عند إضافة كلوريد الكالسيوم لتنشيط الأسمنت.

تأثير الكبريتات

تؤثر أملاح الكبريتات على مواد البناء وذلك عن طريق التأثير على خواصها الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية وتعدد مصادر أملاح الكبريتات فهى إما ناتجة عن تفاعلات مواد البناء مع العناصر البيئية الخارجية أو تكون ضمن

مواد البناء نفسها أو آتية من تغلغل المياه الجوفية المحتوية على نسبة عالية من الكبريتات أو احتواء التربة على الكبريتات نتيجة العمليات الحيوية ونشاط الكائنات الحية الدقيقة وبخاصة البكتيريا المؤكسدة للكبريت وفيما يلي سوف يتم تناول تأثير أملاح الكبريتات على المونات والطوب والأخشاب .

(١) التأثير على المونات

يؤدى مهاجمة حمض الكبريتيك الذى قد ينتج عن عملية تميؤ ثانى أكسيد الكبريت فى وجود الماء وتحوله إلى حمض الكبريتيك الذى يهاجم مادة هيدروكسيد الكالسيوم الموجود فى المونات الجيرية والأسمنتية ليكون كبريتات الكالسيوم والذى يترسب كجبس ويتم نزوحها ، كما يتفاعل سليكات الكالسيوم المائية مع حمض الكبريتيك لتكوين السليكا حل الهشة والتى تتحطم بواسطة القوى الفيزيائية الخارجية وكبريتات الكالسيوم المتكونة أولاً قد تتفاعل مع طور الومينات الكالسيوم فى الأسمنت لتكوين الأترنجيت **Ehringite** **Calcium Sulphoaluminate** والذى يتمدد ويزيد حجمه مسبباً شروخ فى مونة الأسمنت طبقاً للمعادلة الآتية :

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 . 2H_2O$$
$$3CaO.2SiO_2.3H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4.2H_2O + Si(OH)_4$$
$$3CaSO_4 + 3CaO.Al_2O_3.6H_2O + nH_2O \longrightarrow 3CaO.Al_2O_3 + 3CaSO_4 . 31H_2O.$$

وتكوين معدن **Ettringite** يؤثر على الخواص الميكانيكية للمونة ، كما تتأثر خرسانة الأساس بأملاح الكبريتات فى المياه الجوفية وذلك إذا احتوت نسب متفاوتة من الكبريتات الذائبة على صورة ثالث أكسيد الكبريت بحيث لا تزيد

نسبته عن ٣٠٠ حجم فى اللتر بالنسبة إلى المياه الأرضية الساكنة ونصف هذه الكمية إذا كانت المياه متحركة ويمكن استخدام الأسمنت البورتلاندى العادى فى خرسانة الأساس فى الحالات التى لا تزيد درجة تركيز أملاح الكبريتات فى المياه الجوفية عن مائة واحدة فى كل مائة ألف أما فى الحالات التى تزيد درجة تركيز أملاح الكبريتات فيها عن ذلك فيلزم استعمال أنواع خاصة من الأسمنت فى عمل الخرسانة مثل الأسمنت المقاوم للكبريتات وأسمنت البحر Sea water cement ويفضل إضافة المواد الراتنجية على خرسانة الأساس وذلك لزيادة مقاومتها للأملاح وجعل المونة ذات كثافة عالية و نفاذية ضئيلة وذلك حتى لا تنشأ تشققات بسبب تفاعل الخرسانة مع الكبريتات وما يصاحب ذلك من زيادة فى الحجم للمكونات الناتجة من التفاعل وبالتالى وجود اجهادات شد موضعية عالية تؤدى إلى تصدع الخرسانة مع الزمن كما قد ينتج التشققات فى الخرسانة بسبب تآكل حديد التسليح الذى قد يوجد بها وزيادة حجمه .

كما أن وجود الكبريتات فى التربة على هيئة كبريتات الكالسيوم أو كبريتات الصوديوم أو كبريتات الماغنسيوم تؤثر على الخرسانة عند تواجدها فى الركام أيضا وذلك لتكوين معدن الاترنجيت السابق ذكره والذى يمكن أن يتمدد إلى حوالى ٢٢,٧ ٪ من الحجم الأصلى له مؤديا إلى تحطيم المونة الخرسانية و باستمرار عمليات البلل والجفاف والتبلور وإعادة التبلور إلى انهيار الخرسانة،كما ذكر خلوصى أن الخرسانة تتأثر بأملاح الكبريتات اكثر فى وجود الكلوريدات.

كما أن لبعض الأملاح مثل كبريتات المنجنيز القدرة على الذوبان فى الماء وتشكيل محاليل أكثر قوة وبالتالى اكثر خطورة على الخرسانة وقد وضعت المواصفات القياسية المصرية اشتراطات عديدة واعتبارات هامة خاصة لتأمين تحمل الخرسانة مع الزمن ووقايتها من المواد الكيمائية والأملاح وذلك من حيث

نسبتها فى ماء الخلط حيث اشترطت أن لا تزيد معدل الكبريتات عـــن ٣٠٠,٠ جرام فى اللتر ، ١٠٠ جرام فى اللتر بالنسبة لكبريتات الصوديوم كمـــا تـــؤثر كبريتات الصوديوم على الخواص الميكانيكية للمونة وتؤدى إلى انخفاضها .

(٢) التأثير على الطوب :

قد يحتوى الطوب ضمن مكوناته على أملاح قابلة للذوبان فى الماء مثل أملاح الكبريتات والتى تهاجم ثالث الومينات الكالسيوم الموجـــودة فى المونـــة الأسمنتية مؤديا إلى تكوين **Calcium sulphoaluminate** والذى يحدث له تمدد مؤدية إلى تلف المونة الرابطة للطوب وعملية تمدد المونة تؤدى إلى شروخ فى الطوب ويمكن التقليل من مخاطر ذلك عند استخدام أسمنت مقاوم لكبريتـــات محتوى ثالث الومينات الكالسيوم به لا يزيد عن ٣,٥ ٪ ، ووجـــود أمـــلاح الكبريتات فى الطوب يؤدى إلى وجود ظاهرة التزهر **Efflorescence** كما قد يعزو وجودها إلى تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثانى أكسيد الكربون الجوى لتكوين كربونات الكالسيوم والتى تكون فى شكل بلورات بيضاء غـــير قابلـــة للذوبان مؤدية إلى تشويه مظهر الطوب ، كما أن عملية تصـــبغ **Staining** الطوب ربما تعزو إلى كبريتات الحديد **Copperas ferrous sulphate** والتى تتفاعل مع الجير الموجود فى المونة لإنتاج هيدروكسيدات بنيـــة أو كربونـــات الحديد كما أن تعاقب دورات البلل والجفاف والتبلور وإعادة التبلور لأمـــلاح الكبريتات فى الطوب وتذبذب عمليات انتقالها داخل التركيب الداخلى للطوب تبعا لتغير المحتوى المائى لها يؤدى إلى مزيد من الضغوط الداخلية وبالتالى انخفاض الخواص الميكانيكية للطوب وضعف متانته وتفتته بمســـاعدة العوامـــل البيئيـــة الأخرى.

التلوث البصرى :

لقد اكتسبت ظاهرة القمامة وتناثرها عبر شوارع العالم ولكن بصورة نسبية اهتمام جميع الدول والمجتمعات والهيئات العامة والأهلية وهذه نتيجة حتمية لأن الإنسان فطره الله سبحانه وتعالى على النظافة والطبيعة السوية ولذا تولدت داخل الإنسان فى كل مكان رفض داخلى لمخالطته لمخلفاته ، والقمامة لها تأثير سلبى على رفاهية الإنسان كما أنها تؤثر أيضا على المظهر الجمالى للأثر وتعتبر من أهم أشكال التلوث البصرى للأثر بالإضافة إلى ذلك فإن تراكمها بجانب الآثار علاوة على ما تحتويه من مواد عضوية قابلة للتعفن والتخمر والتحلل إلى تـــوفير بيئة مناسبة ومثالية لتربية أعداد هائلة من الذباب والفئران والحشرات .

كما أن ترك النفايات والأقذار والفضلات معرضة للهواء يؤدى إلى نمو العديد من البكتريا المرضية والجراثيم والفطريات والتى تقوم بنقل الأمراض المعدية المختلفة للإنسان كما أن تعفن المواد العضوية الموجودة بهذه المخلفات يؤدى إلى انتشار الروائح الكريهة .

كما أن التفكير بحرق القمامة ينتج عنها مزيد من التلوث البيئى بجانب المركبات الطيارة والايروسولات التى تتعلق فى الهواء وتساهم فى زيادة معدلات التلف للآثار بجانب إنتاج العديد من المركبات الحمضية التى تؤثر على الآثار من الناحية الكيميائية والميكانيكية .

وبجانب التأثير على الآثار مباشرة فإنها تؤثر على السياحة وجذب أعداد من السياح لزيارة الأثر فالمناطق غير النظيفة تكون محدودة الزيادة مما يؤثر علـــى الدخل القومى من السياحة مما يستوجب اهتمام الجميع مـــن هيئـــات وإدارات وذلك لإيجاد الحلول لهذه المشكلة والتى أول ما يلاحظها زائر آثار رشيد وذلك بالعمل على زيادة الوعى الأثرى والحضارى والعمل على اتباع الأفراد الســـلوك

الحضارى أولا وتجميعها فى أماكن مخصصة للاستفادة منها عن طريق تدويرها .

ثالثا : العوامل الميكانيكية :

(أ) الاهتزازات :

تعتبر الاهتزازات أحد العوامل الميكانيكية المؤثرة على المبانى الأثرية وهذه الاهتزازات تكون إما ناتجة عن حركة المرور وما ينتج عنها من اهتزازات مستمرة للمبنى وبخاصة عند وجود طرق غير ممهدة مجاورة مثل بيوت شارع دهليز الملك والذى يعتبر مدخل رشيد الحيوى كما قد تنتج الاهتزازات من الماكينات وهو ما يتمثل فى منزل ثابت الموجود به ماكينات الخراطة والتسوية والنشر للأخشاب وذلك لزوم معهد الحرف الأثرية وهو ما اثر على منزل ثابت مما أدى إلى ظهور الشروخ والتشققات بحوائط المنزل العلوية كما أن هذه الاهتزازات تؤثر على أساسات المنزل .

(ب) حركة التربة :

تؤدى حركة المياه فى التربة إلى تحرك التربة تبعا لوجود المياه حيث أن وجود المياه فى التربة الطينية والقابلة للانتفاش يؤدى إلى وجود قوى دفع رأسى كبيرة مما يؤدى إلى شروخ المبانى وقد لا تكون المياه ناتجة عن ارتفاع المستوى المياه الأرضية فقد تكون ناتجة عن تآكل التمديدات الصحية التى تؤثر على أساسات المبنى وذلك لاحتوائه على بعض المواد الضارة بالاساسات كما أن التغيرات المتعاقبة فى منسوب المياه الجوفية حيث يؤدى انخفاض منسوب المياه الجوفية إلى ارتفاع فى قيمة الوزن الحجمى لتربة التأسيس وازدياد قيمة الاجهادات الفعالة فى التربة مما يتسبب بنشوء هبوطات إضافية رغم ثبات قيمة

حمولة البناء حيث تتعلق قيمة الهبوط الجديد بسماكة طبقة التربة الطرية وبالتالى تحدث التصدعات بتأثير الهبوط غير المسموح وعملية تغير إجهاد الوزن الذاتى للتربة الناتج عن انتقال الوزن الحجمى للتربة من القيمة المغمورة إلى القيمة المشبعة إلى الاجهادات الناتجة عن حمولة الأساسات والتى تؤدى إلى زيادة الهبوط بالاساسات أما ارتفاع منسوب المياه الجوفية أو تعرض التربة التأسيس لمياه غزيرة سطحية غالبا ما تكون ناتجة عن تسرب دائم من أنابيب الصرف الصحى أو شبكة المياه الحلوة القريبة من الأساسات يؤدى إلى تغيير فى الخواص الفيزيائية لتربة التأسيس وكذلك إلى تغيير فى خواصها الميكانيكية مما يتبعه من انخفاض فى قيمة قدرة تحمل التربة فتنهار التربة بتأثير انخفاض مقاومتها لاجهادات القص المتولد فيها بتأثير حمولة البناء ولما كانت التربة الضعيفة التحمل لا تظهر فيها سطوح القص واضحة فإن الانهيار يحدث بتأثير اجهادات القص على شكل هبوط زائد وتكون هذه الهبوطات فى اغلب الأحيان هبوطات تؤدى إلى تصدعات فى البناء بسبب حدوثها بشكل موضعى مما يزيد من قيمة الهبوط التفاضلى وهو الهبوط الأكثر خطورة على المنشآت بشكل عام وتكون الأضرار فى حسم الأساس اكثر وضوحا إذا كانت الأساسات الحجرية منفذة بدون مادة رابطة أو أساسات منفذة بطوب بمادة رابطة ضعيفة وعند ما يكون عمق التأسيس صغيراً وهو ما حدث لمبانى كوهية كما توضحه الصور .

كما قد يحدث هبوط فى أرضية المبانى وشروخ وتشققات بها والتى تختلف باختلاف عملية الهبوط والانكماش وعمليات التمدد والانتفاخ وتبعا أيضا لعمليات التغير الجوية التى تطرأ على ارض التأسيس .

(جـ) الزلازل Earthquake

تعد الزلازل من اكثر الظواهر الطبيعية تدميرا وبالرغم من أنها نادرا ما

تستمر لأكثر من ثوانى معدودة إلا انه الطاقة الناجمة عنها يمكن أن تعادل ٢٠٠ مليون طن من مادة (ت ن ت) التى تعتبر من المتفجرات القوية

ويرجع التأثير المدمر لأى زلزال نتيجة الذبذبات (الموجات السيزيمية) المنبعثة من الهزة وللحظة قصيرة تهز الموجات الأرض القريبة من الزلزال ويتتبعها أحداث تأثيرات دائمة على المبانى ، وبالرغم من أن الزلازل يمكن أن تقع على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض على عمق قد يصل إلى ما يزيد على ٦٠٠ كم إلا أن معظمها يحدث عند عمق حوالى ٦٠ كم من سطح الأرض وتسمى النقطة التى يبدأ من عندها الزلزال بعين أو بؤرة الزلزال أما النقطة الموجودة فوقها تماما فوق سطح الأرض تسمى بالمركز السطحى للزلزال وتنتقل الطاقة المنبعثة من زلزال من البؤرة إلى جميع الاتجاهات على هيئة موجات سيزيمية (زلزالية) وتنتقل بعض الموجات اسفل الأرض وينتقل البعض الآخر فوق سطح الأرض وتنتقل الموجات السطحية بصورة أسرع من الموجات الداخلية وتحدث معظم الزلازل فى حزامين كبيرين بينما لا تزال البراكين والجبال الجديدة فى مرحلة تكونها ويطوف أحد الأحزمة الضيقة المحيط الباسيفسكى على طول شواطئ أمريكا الشمالية والجنوبية وتقع اليابان مباشرة فى نطاق النشاط الزلزالى العظيم وتحدث هناك ست هزات فى المتوسط كل عام مع هزتين أو ثلاث هزات صغيرة كل يوم ويجرى تسجيل وقياس الهزات الأرضية بواسطة جهاز يسمى السيزموجراف ، وبالرغم من حدوث معظم الهزات فى نطاق الحزامين الكبيرين إلا انه لا يوجد جزء من العالم آمنا تماما من أخطارها ورغم تقدم العلوم الهندسية فى تصميم وتشييد المبانى المقاومة للزلازل فإن المبانى الأثرية قد لا تتحمل هزة أرضية جديدة خصوصا أنها شيدت قبل صدور المواصفات الحديثة لهندسة الزلازل لذا من الضرورى دراسة مدى تأثير الزلازل عليها لتقويتها وتأهيلها

لمقاومة الزلازل ومراقبة حالتها ومتابعة صلاحيتها بشكل دورى للحفاظ على الحد المقبول من الآمان فى المبانى لتقليل نسبة المخاطر فى حال حدوث هزات أرضية مستقبلية.

وتشير الدراسات التاريخية أن مدينة القاهرة تتعرض لضربات ثلاثة زلازل قوية فى كل قرن من الزمان بمعدل زلزال كل ٣٣ سنة تقريبا وقد تعرضت المبانى الأثرية بالقاهرة إلى تصدع وانهيار جزئى أو كلى وآخر هذه الزلازل هو زلزال الثانى عشر من أكتوبر ١٩٩٢ الذى ضرب مدينة القاهرة وبعض المدن المصرية القريبة من بؤرة الزلزال وقد تراوحت شدة هذا الزلزال بين ٥,٦ — ٥,٨ بمقياس رختر وقد استغرق هذا الزلزال ٥٨ ثانية وكان مركزه السطحى Epicenter فى مدينة كوم الهواء بكفر حميد بالعياط أما مركزه العميق فيقع على فالق ارضى بعمق ٢٥ كم فى باطن الأرض وقد قدرت طاقة الزلزال بطاقة تعادل ٣١٦٠ طنا من مادة (ت . ن . ت) وتشير إحصائيات هيئة الآثار المصرية فى ذلك الوقت أن اكثر من ١٥٠ اثر إسلاميا بالقاهرة قد تعرضت للتلف من جراء تأثير هذا الزلزال فمنها ما حدثت به تصدعات وشروخ فى الجدران وتساقط المآذن وتشرخ القباب ومنها ما حدث به ميل فى الجدران وهبوط التربة نتيجة الحركات الزلزالية المفاجئة وغير المنتظمة التى يتميز بتغير شدتها عدة مرات فى الثانية الواحدة مما أدى إلى انفصال كثير من العناصر المعمارية عن بعضها أو تصدعها جزئيا أو كليا وقد تأثر مسجد ديبى برشيد كذلك وأدى إلى شروخ كثيرة فى الجدران وتساقطها كذلك سقوط بعض البوائك بمسجد زغلول وتأثر منزل كوهية وظهور شروخ كثيرة به وتصدع جدرانه ولا شك أن قدرة المبنى على مقاومة التأثيرات الزلزالية يتوقف على عدة اعتبارات أهمها ما يلى :

١ - نوعية المبنى

٢- مدى ارتباط وتماسك عناصره المعمارية

٣- النظام الإنشائى لهذا المبنى من حيث توزيع الضغوط والأحمال على العناصر المعمارية

ولما كانت الزلازل تقوم بالتأثير على المبنى بقوة أفقية كبيرة واهتزازات عرضية نتيجة تحركات التربة مما يؤدى إلى انهيار المبنى إذا لم يتم تصميمه لمقاومة هذه القوى الإضافية ومما قلل من تأثير الزلازل على مبانى رشيد هو أن أسس التصميم الإنشائى لها يعتمد على الأخشاب كعنصر معمارى وذلك عن طريق استخدام الميدات الخشبية فى ربط مداميك الطوب بالحوائط وذلك بتكرارها كل ٧ - ١٠ مداميك بالإضافة إلى الميد العرضية أيضا وكذلك استعماله فى الأسقف سواء على هيئة عروق ومخدات وطبق وكذلك الموردات مما جعل أى مبنى يتعرض لهزة أرضية يقوم بامتصاصها لما يمتاز به المبنى من الليونة مع القوة أيضا وقد يتأثر المنزل بالهزة الأرضية إذا ضعف العنصر المعمارى كالخشب نتيجة عوامل التجوية الأخرى ولذا يراعى للمحافظة على منازل رشيد ومبانيها الأثرية إجراء عمليات الترميم والصيانة العاجلة والعمل على استبدال العناصر الخشبية المعمارية الضعيفة والتالفة والعمل على تقويتها وإعادة تأهيلها من خلال اتباع الأسس والقواعد العلمية الصحيحة فى الترميم والصيانة .

رابعا : العوامل البيولوجية :

(١) الحشرات Insects

تتبع الحشرات رتبة **Class: Insecta** أو رتبة سداسية الأرجل **Class: Hexapoda** وهى إحدى رتب فصيلة المفصليات : **Phylum Arthropoda** التابعة للمملكة الحيوانية **Animal Kingdom** ويعرف

مرور الحشرات فى أطوارها المختلفة ابتداء من البيض حتى خروج الحشرة الكاملة بدورة الحياة أو الجيل، والمدة التى تستغرقها الحشرة لإتمام دورة حياتها تعرف بمدة الجيل أو دورة الحياة وهى تختلف باختلاف أنواع الحشرات وتبعا لظروف البيئة التى تعيش فيها وخاصة درجات الحرارة والرطوبة وتوفر المواد الغذائية وقد يكون للحشرة جيل واحد فى السنة كما فى بعض الخنافس وقد يكون لها سبعة أجيال فى العام كما فى دودة القطن وبل قد تصل عدد الأجيال إلى اكثر من خمسين جيلا فى السنة كما فى المن وبالعكس قد تطول مدة الجيل الواحد إلى عامين أو ثلاثة كما هو الحال فى بعض الرعاشات وناخرات الأخشاب وقد تصل إلى حوالى سبعة عشرة عاما كما فى بعض أنواع حشرات السايكادا.

والخشب من الوجهة الغذائية عديم أو قليل الفائدة بالنسبة لبعض الحشرات التى تعتمد بصفة أساسية على نسبة المواد النشوية الموجودة فى منطقة الخشب العصيرى **Sap wood** المختزنة فى بعض الخلايا البرنشيمية فى هذه الأخشاب ولكن هناك بعض الآفات مثل ناخرات القلف (سوس القلف) لا تتغذى على الخشب دائما وتعيش على الفطر الذى ينمو على جدر أنفاقها وهى تتبع غمدية الأجنحة وتختلف فى أشكالها وتشكل اليرقات الطور الضار بصفة رئيسية بجانب الحشرة الكاملة فى بعض الأحيان.

وتتميز الحشرات المتلفة للأخشاب بأجزاء فم متخصصة لتكسير المواد الصلبة وتفتيتها ويعتمد الحجم الكلى للأنفاق والثقوب الناتجة على الحجم الكلى لليرقة وتبدأ مراحل التكسير والامتصاص لكسر الأخشاب داخل فم الحشرة وتحتاج الحشرات المتلفة للأخشاب لنموها القيام بعملية التمثيل الغذائى على الأخص (الماء الحر أو الماء المرتبط فى الخشب) والنيتروجين العضوى ومصدر كربون عضوى وعلى الرغم من أن المعادن والفيتامينات هامة للحشرات إلا أن

غيابها فى الخشب لا يحد من نموها ويؤثر كل من درجة الحرارة المحتوى المائى ونسبة المواد الغذائية فى المادة على نمو الحشرات كما أن وجود إصابة فطرية فى الخشب من العوامل الأساسية المساعدة على نمو الحشرات فكلما زادت الإصابة الفطرية فى الخشب كلما زاد معدل تطور الحشرة ويوجد عدد كبير من الحشرات القادرة على النمو والتغذية على خشب ذو نسبة نيتروجين منخفضة قد تصل إلى ٠,٠٣ ٪ ومن المقترح أن الكائنات الحية الدقيقة التى تكون مستعمراتها على الخشب تكون مصدر للنيتروجين والفيتامينات التى تحتاج إليها الحشرة ومن المحتمل أن حشرة **Melanura** تفضل الأخشاب المصابة فطريا وأن يرقات تلك الحشرة لا تصيب الأخشاب السليمة بل تنخر فى الأخشاب المصابة فى بيئة رطبة .

وتظهر الحشرات قدرة عالية على تكسير مكونات الخشب فمثلا حشرة **Lyctus** تستهلك النشا وحشرة **Anobium punctatum** قادرة على هضم السيلولوز والهيميسيليولوز وتكسير قليل من اللجنين وتكسير كل اللجنين يتم بواسطة أنواع من **Termites** وحشرات **Scolytidae** تحلل مكونات الخلية والهيميسيليولوز وحشرات **Anobidae** و **Cerambicydae** تستخدم كل الكربوهيدرات الموجودة بالخلية بالإضافة إلى السليولوز ويهاجم جنس **Lyctus** الأخشاب الغنية بالنشا .

وتأكل ناخرات الأخشاب فى خشب الأشجار لغرضين أولهما الحصول على الغذاء وثانيهما حفر ثقوب أو أنفاق تعيش فيها ويبدو أن كثير من هذه الناخرات كما ذكر لا يتحصل على شى له قيمة غذائية من المادة الخشبية ولكنها تعيش على النشا والسكر الذى تحتوى عليه الخلايا ويفرز البعض الآخر إنزيمات أو خمائر لها تأثير كيماوى على الخشب تحوله إلى مواد تتغذى منها هذه الحشرات

وفى بعض الأحيان تقوم بعض البكتريا التى تهضم السليولوز بهذا التفاعل الكيماوى بدلا منها وتعيش هذه البكتريا فى قناتها الهضمية .

وتظهر كثير من ناخرات الأخشاب اختلافا غريبا فى طول حياتها وفى حجم الحشرات البالغة التى تتحول إليها وتعزى هاتان الصفتان إلى الاختلاف فى القيمة الغذائية للخشب الذى تغتذى منه هذه الناخرات وكذلك فى كمية الرطوبة التى تحتويها وعموما تستغرق الناخرات فترة طويلة فى نموها فى الخشب الجاف وقد يطول عمر اليرقة فى حالات استثنائية إلى أكثر من عشرين عاما ومن أهم أنواع الحشرات التى تصيب الأخشاب نوع المسمى بنذيرة الموت Xystobium rufovillosum هى اكبر هذه الحشرات حجما وطولها حوالى ثلث بوصة وتعيش فى أشجار البلوط و أخشاب المبانى وخنفساء الأثاث Anobium punctatum ولا يزيد طول هذه الحشرة على خمس بوصة ولكن نشاط يرقاتها يحول قطع الخشب إلى مجرد تراب .

آفات الأخشاب :

تصاب الأخشاب بعدة حشرات هامة معظمها ناخرات أخشاب تتبع عدة عائلات أهمها عائلة Bostrychidae وعائلة Lyctidae وعائلة Anobiidae وعائلة Cerambicidae كما قد تصاب بعدة حشرات من خنافس القلف التى تتبع عائلة Scolytidae والنمل الأبيض .

ويهمنا دراسة حفارات الأخشاب حيث أنها المسئولة عن إصابة الخشب إلى جانب دراسة النمل الأبيض.

١ - حفارات الأخشاب Wood borers

تتبع حفارات الأخشاب رتبة غمديه الأجنحة Coleoptera (رتبة

الخنافس والسوس) وعائلات حفارات الأخشاب التابعة لرتبة غمديه الأجنحة تقسم إلى قسمين :

أولا : حفارات أخشاب تتبع العائلات التالية :

١- عائلة Lyctidae

٢- عائلة Bostrychidae

٣- عائلة Anobiidae

والأنواع التابعة لهذه العائلة تسمى خنافس الأخشاب المسحوقية **Powder post beetles** ويوجد منها عدة أنواع مختلفة منها على سبيل المثال خنفساء الأثاث الكبيرة وخنفساء الأثاث الصغيرة .

ثانيا : حفارات أخشاب تتبع العائلات التالية :

١- عائلة خنافس القلف **Scolytidae**

٢- عائلة الخنافس ذات الرأس المفلطحة **Bupristidae**

٣- عائلة الخنافس ذات الرأس المستديرة **Cerambycidae**

ويمكن تمييز الإصابة بخنافس الأخشاب المسحوقية بوجود ثقوب عديدة مستديرة على أسطح الخشب المصاب وكذلك وجود أكوام من مسحوق ناعم حول الثقوب أو بجوار الأخشاب المصابة وعند قطع الأخشاب تشاهد أنفاق اليرقات بوضوح إما الأنواع التابعة لعائلات القسم الثاني فإن أعراض الإصابة مختلفة حسب كل عائلة فالثقوب إما بيضاوية الشكل أو مستديرة وهى ثقوب تصنعها الحشرات الكاملة أثناء خروجها من الخشب كما أن خنافس القلف يميزها وجود ثقوب مستديرة صغيرة على السطح الخارجي للخشب ومن الداخل توجد أنفاق متشعبة .

النمل الأبيض **Termites**

تتبع أنواع النمل الأبيض رتبة متساوية الأجنحة **Isoptera** وتتميـــز أنواع هذه الرتبة بحجمها الصغير أو المتوسط وألوانها الباهتة و أجزاء الفم القارضة وقرن استشعار عقدى العيون المركبة .

يصل عدد ما عرف من أنواع هذه الرتبة فى العالم إلى اكثر من ١٧٠٠ نوع والمعروف منها فى مصر حوالى ١٠ أنواع وتعيش أفراد النمل الأبـــيض فى معيشة احتماعية.

والنمل الأبيض يهاجم أخشاب المبانى وهى تنقسم إلى :

١ - ترميت الخشب الجاف **Dry wood termite** ومن أهم عائلاتهـــا Family: Kalotermidae

٢ - ترميت الأرض **Subterranean termite** وهى تبنى أعشاشها تحت الأرض ومن أهم أنوعها Coptotermes fomosanus(s) .

ومن أهم أنواع النمل الأبيض الموجودة فى مصر :

(١) Anacanthotermes ochraceus (Burn)

وهو اكثر الأنواع انتشارا فى مصر كما انه أكبرها حجما ويكثر وجوده فى الوجه البحرى والفيوم والجيزة والمعادى ومصر الجديدة ومنشـــية البكـــرى والوادى الجديد.

(٢) Kalotermes Siniaicus Kenner

Kalotermes flavicollis Fab.(Isoptera Kalotermidae)

وتعيش هذه الأنـــواع فـــوق ســـطح الأرض وينتشـــر النـــوع **Kalotermes flavicollis** على أشجار الكازوارينا فى محافظة البحيرة والمنترة بالإسكندرية كما يوجد فى محافظة الجيزة وبورسعيد وتتواجد فى المناطق الأكثر رطوبة من حوض البحر الأبيض المتوسط مثل الإسكندرية وسيناء .

Isopters, ، Cryptotermes brevis (walker) (٣)
Termitidae

وتوجد فى بور سعيد والجيزة والإسكندرية وعلى الرغم من سعة انتشار النمل الأبيض فى مناطق عديدة بمصر إلا انه لم يشاهد فى مدينة رشيد وربما يرجع ذلك إلى ارتفاع منسوب المياه الأرضية بالمدينة.

ويتغذى النمل الأبيض على الخشب فى داخل أمعاؤه الخلفيـــة أعــداد هائلة من مختلف أصناف البروتوزوا خاصة المنتمية إلى مجموعتى عديدة الأسواط Polymatigina ومفرطة الاسواط Hypermastigina وهذه الكائنـــات الدقيقة تتعايش مع النمل فى صورة تكافل تعيش داخلة فى مقابل أنها تنتج أنزيمات تعمل على هضم سليولوز الخشب محولة إياه إلى نواتج فى استطاعة التى النمل أن يهضمها ويمتصها ولولا هذه الكائنات ما استطاع النمل أن يستخدم ســـليولوز الخشب كغذاء له.

٢- الكائنات الحية الدقيقة Micro-organisms

تلعب الكائنات الحية الدقيقة دورا لا يقل أهمية وخطورة عن عوامـــل التلف الفيزيوكيمائية والكيمائية وهذه العوامل المتخلفة تعمل مجتمعة وتتكامل مع بعضها البعض فى أحكام دائرة التلف بالتالى الأثرية وتشمل الكائنـــات الحيـــة الدقيقة البكتريا والفطريات والاشنه والطحالب ولابد من توفر الظروف البيئيـــة المناسبة من درجة الحرارة والرطوبة والمواد الغذائية وذلك لنموهـــا وتكاثرهـــا بالإضافة إلى ضوء الشمس ونظرا لأن معظم المنشآت الأثرية بمدينة رشيد تتعرض لارتفاع منسوب المياه الأرضية ومياه الصرف الصحى والتى تتسبب فى ارتفـــاع مستوى الرطوبة داخل جدران هذه المنشآت إلى عدة أمتار فإن هذه الجـــدران الرطبة وبخاصة الأجزاء السفلية والعلوية هى الأكثر رطوبة سواء من مياه الأرض

أو مياه الأمطار مما يؤدى إلى تحول مواد البناء إلى وسط ملائم لنمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة والتى تحدث تلف ذى طبيعة فيزيائية وكيميائية وميكانيكية وفيما يلى سوف يتم تناول تأثيرها على مواد البناء تبعا لأنواعها :

(أ) البكتريا **Bacteria**

تعتبر البكتريا من اصغر الكائنات الحية الدقيقة وهى كائنات وحيدة الخلية حيث تتركب من نواه يحيط بها السيتوبلازم والتركيبات الداخلية الأخرى.

وتعتبر البكتريا الضوئية **Autotrophic bacteria** والتى تستمد طاقتها من ضوء الشمس ومن عمليات أكسدة واختزال المواد غير العضوية فى الوسط المحيط وكذلك البكتريا ذاتية التغذية **Heterotrophic bacteria** التى تستمد طاقتها من أكسدة المواد العضوية فى الوسط المحيط من أشهر أنواع البكتريا التى تسبب أضرارا خطيرة لمواد البناء وذلك لإفرازها أحماضا عضوية مثل حمض الكبريتيك والاكساليك والكربونيك التى تتفاعل مع المكونات المعدنية المختلفة لمواد البناء وتتسبب فى تلفها .

فالبكتريا المؤكسدة للكبريت وخاصة **Thiobacillus Thiooxidans** وكذلك **Thiobacillus Thparus** تفرز حمض الكبريتيك الذى يتفاعل مع مادة كربونات الكالسيوم سواء وجدت فى المونة الجيرية أو فى الأحجار الجيرية ويحولها إلى كبريتات بينما بكتريا النيتروجين تفرز حمض النيتريك الذى يتفاعل مع كربونات الكالسيوم ويحولها إلى نيترات الكالسيوم القابلة للذوبان فى الماء والتى تقوم الأمطار فى معظم الأحوال بإزالتها .

كما أن الأحماض التى تفرزها البكتريا تتسبب فى تلف المكونات المعدنية مثل السليكا التى قد توجد فى المونة أو الطوب أو الأحجار حيث ينتج عن هذا التفاعل حدوث تكسير كيميائى لهذه السليكا كما أن هذه الأحماض تتسبب فى

تلف معادن التلك والكاولينيت والاوليفين ويتأثر النشاط البكتيرى بـــالأملاح حيث أن وجود كربونات الكالسيوم تنشط عملية التترنة Nitrification اكثر من الجـــبس بينمـــا تخفضـــه نتـــرات الصـــوديوم وتـــزداد أعـــداد بكتريـــا Chemoorganotrophic عند التركيزات العالية من كلوريـــد الصـــوديوم وتعتبر البكتريا الضوئية وذاتية التغذية من أنواع البكتريا التى تسبب أضرار خطيرة بمواد البناء حيث ينتج بيكربونات الكالسيوم لتتفاعل كربونات الكالسيوم مـــع CO_2 بواسطة البكتيريا كما فى المعادلة :

$$CaCo_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

وكبريتات الأمونيوم المنتجة من عملية Ammonification حيـــث يتغير الكالسيت من الشكل غير قابل للذوبان إلى شكل قابل للذوبان

$$(NH_4)_2\, SO_4 + 2CaCO_3 + 4O_2 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + CaSO_4 + 4H_2O + 2CO_2$$

$$(NH_4)_2\, SO_4 + CaCO_3 \longrightarrow (NO_4)\, CO_3 + CaSO_4$$

وقد لاحظ **Krumbein** أن كبريتات الكالسيوم التى تكونت نتيجـــة التفاعلات الكيميائية والعضوية تتميز بارتفاع معامل تمددها الحرارى الذى يبلغ ٥ أضعاف تمدد الكاسيت .

وقد أشار **Pochon et al.** أن الكبريتـــات يمكـــن أن تختـــزل إلى الكبريتيدات **Sulphides** بواسطة البكتريا المختزلـــة للكبريـــت **Sulpher reducing bacteria** وبخاصة **Desulfovibrio Desulfuricans** وذلك قرب أساسات المبانى حيث يتم امتصاصها ونقلها بواسطة الخاصية الشعرية حيث تتأكسد بواسطة**Thiobacillus** إلى الكبريتات مرة أخرى كما أن البكتيريـــا **Nitrifying bacteria** تؤثر على الحجر الجيرى المعالج بالبوليمرات , P.V.A

P.V.A.T.S وتعمل على انخفاض متانتها وخواصها الميكانيكية كما لا يقتصر دور البكتريا على مهاجمة المكونات المعدنية فى مواد البناء غير العضوية بل أنهـا تهاجم مكونات مواد البناء العضوية مثل الأخشاب وخاصة العناصـر الخشـبية المعمارية المطمورة فى التربة فى أساسات المبانى بالبكتريا تهاجم الجدر الخلويـة وتتلف الأغشية النقرية Pit membranes وتثبت النتروجين داخل الخشـب كما أنها تستخدم المواد الغذائية وتحفر أنفاقا فى طبقتى S_1, S_2 وتبدأ عمليـة احتراق الجدر الخلوية عندما تلتصق الخلية البكترية بسطح طبقة S_3 وتنعدم مع الانقسامات البكترية إلى كل من طبقتى S_1, S_2 وتكوين الأنفاق ينتج عن قدرة البكتريا على تحلل السليولوز واللجنين وتتسبب البكتريا فى ليونة الخشب المصاب وفقد نهائى لقوى الألياف وتكون طبقات السطح ذات ملمس إسفنجى كما أنها تحدث فجوات و فراغات فى قصيبات الخشب والصفيحة الوسطى .

ويبدو مظهر الخشب المصاب داكن جدا وبه شروخ ويشبه العفن البنى أو العفن اللين للفطريات ويحدث به تشويه لونى وتحدث تغيرات كيمائية نتيجة تكسير السليولوز واللجنين ويلاحظ مهاجمة البكتريا للخشـب فى الأخشـاب الصلبة واللينة مثل الصنوبر وتهاجم البكتريا الخشب عند درجة حرارة حتى ٤٠°م وقد تصل فى بعض الأنواع ٧٠°م كما أنها قد تتلف الخشب تحت الظروف غير الهوائية .

(ب) الفطريات Fungi

تعتبر الفطريات من أوسع الكائنات الحية انتشارا وتتكون الفطريـات الأولية من خلية واحدة مستديرة وبيضيه الشكل ولكن اغلب الفطريات يتكون الجسم الفطرى لها من عديد من الخلايا تكون خيوط متفرعـة يطلـق عليهـا الميسليوم Mycelium أو الثالوث الفطرى يطلق على كل خيط منـها هيفـا

Hypha وتؤثر درجة الحرارة والرطوبة والرقم الهيدروجيني عليها .

لاشك أن الفطريات بأنواعها وأجناسها عندما تهاجم مواد البناء وتسبب فى تشويه المظهر الخارجى لها وذلك لتكوينها تجمعات ومستعمرات ذات ألــوان مختلفة خضراء أو رمادية أن بيضاء أو ذات لون بنى فعند ارتفاع نسبة الطـــوب سواء من خلال ارتفاع منسوب المياه الأرضية أو هطولات الأمطار تصبح مواد البناء مؤهلة لنمو الفطريات عليها وهو ما يحدث للمونات والطوب بواجهـــات منزل طبق صورة بالإضافة إلى أساسات المنازل وقد ثبت أن الخلايا الفطرية تفرز أحماضا عضوية ذات درجة عالية مثل حمض اللكتيك **Lactic acid** وحمـــض الاكســـاليك **Oxalic acid** وحمـــض الاســـتيك **Acetic acid** وحمـــض الجليكوليك **Glycoleic acid** وحض البيروفيـــك **Pyrovic acid** وهـــذه الأحماض تتفاعل مع مكونات مواد البناء من مونات وطوب محروق وبخاصة مادة كربونات الكالسيوم وتعمل على إذابتها ويساعد التكثف على نمو العفن الفطرى للمونات ومواد البناء وذلك على الحوائط والأسقف ولا يقتصر مهاجمة الفطريات لأسطح مواد البناء بل تتغلغل الخيوط الفطرية **Hypha** وتنمو داخل التركيب المسامى لمواد البناء ممكن يؤثر عليها ميكانيكيا وذلك نتيجة المضغوط الموضـــعية الناشئة عن النمو الطبيعى للخيوط الفطرية والتى يمكن أن تـــؤثر أيضـــا علـــى المكونات المعدنية من خلال تأثيرها على إذابـــة المـــواد الكربوناتيـــة ومعـــادن السليكات خاصة الميكا والارثوكليز والبيوتيت والبيروكسين والاوليفين وذلـــك لزيادة معدلات الحموضة فى البيئة وبعض أنواع الفطريات مثل **Aspergillus nigar, Spicaria sp. And Penicillium sp.** والتى يمكنها إنتاج كميـــة كبيرة من **Citric and oxalic acids** وتكوين الأملاح .

ولا يقتصر تأثير الفطريات على المونات والطوب المحروق بل يتعـــدى

ذلك إلى تأثيرها على الأخشاب فبالإضافة إلى تشويه سطح الخشب بما تفرزه من مواد ملونة فلون الغزل الفطرى هو اللون البنى ومع زيادة نمو تلك الفطريات على الخشب يبدو لون الخشب ازرق مائلا للاسوداد نتيجة حيود الضـوء وعمليـة تفضيل الغزل الفطرى للنمو فى البرنشيمة الإشعاعية يرجع إلى وجـود النشـا والسكريات بوفرة فى هذه الخلايا اكثر منها فى القضيبات الشعاعية حيـث أن غذائها الرئيسى هو الكربوهيدرات والسكريات البسيطة والنشا وللخيوط الفطرية القادرة على النفاذ من الأسطح الخشبية إلى اكثر من ٢,٥ مليمتر مـن خـلال الأشعة الخشبية والتبقع الفطرى لا يقل فى صلابة الخشب.

أما الفطريات المحللة **Decayed fungi** مثل المسـببة للعفـن الـبنى **Brown rot** مثل الفطريات البازيدية **Basidio mycetes** مثـل أجنـاس **Polyporaceae, Coniophoraceae, Dacrymycetes** وهى تعمل على تكسير المواد العديدة التسكر من خلال تكسير البوليمرات حيث يتحلل السليولوز والهسميليولوز أما تلف اللجنين فيكون محدود ولون الخشب يكون بنى محمر يميل إلى اللون البنى القاتم ذو نسبة لجنينية عالية يكون به تشققات متقاطعة طوليـة وعميقة بسبب الانكماش الذى ينتج عن فقد كربوهيدارت الجـدار الخلـوى للخشب ويمكن تفتيته بواسطة الأصابع.

أما فطريات العفن الأبيض **White rot fungi** ينتج عنها تبيـيض الخشب ولفطريات العفن الأبيض قدرة فائقة على تحليل اللجنين وبعض مكونات الجدار الخلوى مثل اللجنين والهيميسيليولوز قبل مهاجمة السليولوز وتعتبر إصابة الخشب بفطر العفن الأبيض مثل فطـر **Phanerochaete chrysosporium** حيث ينتج عنه اختفاء تدريجى للجنين الجدار الخلوى الثانوى للخشب حيث يبدأ من السطح الداخلى للفراغ بالجدار الخلوى مارا بالطبقات S_2, S_3 ثم S_1

وفى النهاية تتلف الصفيحة الوسطى المركبة جدار أولى وصفيحة وسطى فينتج عن ذلك انفصال ألياف الخشب وتختلف من فطر لآخر ويكون مراحل تلف مهاجمة الهيميسيليولوز ثم اللجنين ثم الهيميسيليولوز كما أن فطريات العفن اللين من الفطريات الازقية والفطريات الناقصة والخشب المبتل المصاب يكون لينا ويشبه فى ملمسه الجين وعندما تكون الإصابة فى مراحلها المتقدمة تفقد الخلية قوتها ويصبح الخشب ضعيف جدا ويفقد كل خواصه الميكانيكية .

ويتم تلف الأخشاب بواسطة الفطريات و الأنزيمات وهذا ويمكن لعدد كبير من الفطريات إنتاج العديد من تفاعلات الهدم فى الخلية Catalolic reactions والأنزيمات الخارجية وقد لخص (Davis 1963) قائمة بالأنزيمات الخارجية التى تنتجها العديد من الفطريات بينما اهتم Reese 1963 بالأنزيمات الخارجية المحللة للسليولوز ومثال ذلك فطر Aspergillus nigar الذى يمكنه إنتاج العديد من الأنزيمات المحللة للكربوهيدرات مثل Cellulase وتعتبر جزيئات الجلوكوز المحصلة النهائية لعملية التحلل الأنزيمى للسليولوز وفطريات العفن الأبيض قادرة على إفراز واحدا واكثر من الأنزيمات التى تحلل اللجنين و تحوله إلى صورة يكمن الاستفادة منها .

(جـ) الأشنة Lichens

وهى كائنات ذات ألوان متعددة تتكون من كائنين مختلفين (فطر وطحلب) يعيشان معيشة تكافلية وهى تميز ببطء نموها وقدرتها على تحمل الجفاف التام لفترة طويلة وكذلك البرودة والحرارة وتنمو افضل فى الجو الرطب .

وتعتبر العوامل المناخية المفضلة غالبا للأشعة هى الضوء المباشر ودرجة حرارة معتدلة ورطوبة ثابتة وهواء جوى نقى كما تؤثر الرياح على نموها

وتستطيع الرياح والتيارات الهوائية حمل جراثيمها إلى مسافات بعيدة وفى حالة توفر الظروف البيئية المناسبة للنمو تبدأ فى النشاط والنمو وتلعب الأشنة دورا هاما فى تلف مواد البناء المختلفة والتى تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة ولا يقتصر دورها على التلف الكيميائى السطحى بل يتعداه إلى التأثير الميكانيكى أيضا وتقوم الأشنة بتكوين طبقات إسفنجية ذات لون رمادى أو أبيض فوق أسطح الأحجار وتتميز هذه الطبقات الإسفنجية بقدرتها على امتصاص الرطوبة من الجو ولهذا السبب فإن المناطق التى تحتوى على تجمعات الأشنة تتميز بارتفاع نسبة رطوبتها وحجز الماء حولها والذى يؤدى إلى تلف مواد البناء بواسطة الصقيع فى المناخ البارد وزيادة امتصاص غازات الجو ويعتبر هذا السبب الرئيسى فى التلف الفيزيوكيميائى لنحر مواد البناء .

ولا يتوقف النمو للأشعة على السطح بل يتغلغل داخل التركيب المسامى والداخلى لمواد البناء والتى قد تصل إلى عدة مليمترات فى مكونة أنفاق قطرها ٢ — ٣ نانوميتر والمكونة بواسطة الهيفا الفطرية وبالإضافة إلى الأحماض العضوية التى تفرزها مثل حمض الاوكساليك والنتريك مؤدية إلى تكون اكسلات الكالسيوم فى حالة مهاجمة الأحجار الكربونية أو المونات المحتوية على مادة كربونات الكالسيوم مؤدية بذلك إلى تكوين حفر على أسطح الأحجار أو المونات ويحدث ذلك على الأسطح المعرضة لأشعة الشمس وماء المطر والرطوبة المرتفعة نتيجة المياه الأرضية وقد لوحظ نمو الاشنات وازدهارها اكثر خلال شهور الشتاء وذلك لارتفاع معدلات الرطوبة وهو ما يلاحظ من خلال نموها اعلى المنازل وفوق أسطحها مؤدية إلى تصبغ وتشويه سطح المونات والطوب ومؤدية إلى ظهور الشروخ الدقيقة بواسطة التلف الميكانيكى التى تسببه جذورها وهيفات الفطر المكون لها كما أنها تكون صعبة الإزالة .

(ء) الطحالب **Algae**

تنمو الطحالب وتتكاثر بغزارة على أسطح الأحجار ومواد البناء المختلفة التي تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة التي تساعد على النمو والتكاثر ولذلك تكثر قرب الرشوحات الناتجة عن التمديدات الصحية مثل الموجودة بمنزل الامصيلى أو اسفل جدران أبراج قلعة قايتباى ببرج رشيد وكذلك فى أساسات مسجد زغلول والطحالب تستمد قوتها اللازمة لنموها وتكاثرها من ضوء الشمس وتقوم الطحالب من نوع **Haematomma sp.** وكذلك **Trichothecium sp.** بإفراز العديد من الأحماض مثل حمض الاكساليك والكبريتيك التي تتفاعل مع المكونات المعدنية لمواد البناء مثل كربونات الكالسيوم مؤدية إلى تحولها إلى مواد قابلة للذوبان ويقتصر نشاطها على أسطح مواد البناء مؤدية إلى تشويه مظهر واجهات المنازل وبخاصة المظللة فقد قام Ohba. N و آخرون عام ١٩٩٣ بالتعرف على أنواع الطحالب المسببة لتلف أسطح المبانى حيث وجد أن أهمها

Protococcus viridis Agardh

Class : Chlorophyceae
Order : Ulotrichales
Family : Protoccaceae

حيث تنمو فى درجة حرارة تتراوح بين ٢١ – ٣١ وفى المناطق بعيدة عن ضوء الشمس المباشر وفى درجة رطوبة مستمرة مع توفر المواد الغذائية لها المحتوية على النتروجين والفوسفور فى شكل نترات و أملاح الامونيوم والتى ممكن أن تتواجد فى ماء المطر أو الأتربة .

٣- النباتات Plants

يؤثر نمو النباتات المختلفة بالقرب من المبانى الأثرية أو بين طبقات الجدران إلى تشقق وتشرخ تلك الطبقات وانفصالها عن بعضها وذلك بواسطة جذورها حيث يقوم بالتأثير على مواد البناء عن طريق الضغوط الجانبية التي يحدثها نتيجة النمو الطبيعى لامتصاص الماء وتثبيت النبات واختزان المواد الغذائية كما يظهر فى صورة حيث يلاحظ مدى تأثر المبانى نتيجة نمو النبات بين عراميس الطوب.

كما أن تكوين المواد الدوبالية نتيجة عمليات التعفن التى تتعرض لها جذور النباتات تتحول إلى وسط ملائم لنمو الكائنات الحية الدقيقة التى تتسبب فى تلف المكونات المعدنية والعضوية التى تتكون منها الأحجار ومواد البناء المختلفة .

وأما الأشجار الموجودة داخل المنشآت الأثرية مثل الموجودة بطاحونة أبو شاهين وخلف منزلى الامصيلى وحسيبه غزال فإن جذورها تمتد إلى أعمدة بعيدة فى باطن الأرض فى منطقة يبلغ قطرها اكثر من ارتفاع الشجرة مرة ونصف على حسب نوع الشجرة وتقوم بامتصاص الماء مؤدية إلى جفاف الأرض لمسافة ٣ أمتار من امتداد الجذور وحدوث انكماش بالتربة مما قد يسبب شروخا بعرض ١٠ سم فى المبانى الحاملة على مسافة ٣٠سم من مجموعة الأشجار وتتميز باتساعها من أعلاها وضيقها من أسفلها أو العكس على حسب المحتوى المائى الموجود كما قد تسبب أعمال التشجير والتحضير للنباتات الموجودة فى كثرة المياه للزراعة مؤدية إلى اختلال واختلاف فى جهود تحميل التربة تحت الأساسات عن الجهود التصميمة كما تؤثر هذه المادة على جدران المبانى بالرشح الداخلى والخارجى لتؤثر على الأساسات والبياض والدهانات والأرضيات .

٤ – الطيور Birds

تتخذ الطيور من أنواع الحمام البرى والقمرى والعصافير ومن أهمهـا عصفور النيل الدورى المصرى أعشاشاً فى أسقف المنازل الأثرية وتترك مخلفاتهـا على أسطح الجدران والأسقف والتى تحتوى على المركبات العضوية كالفوسفات والكبريت و الامونيا بالإضافة إلى الحامض البولى بكثرة والكرياتين Creatine ويكون معدل الاس الهيدروجينى له ٦,٧ PH والتى تشجع على نمو الكائنات الحية الدقيقة التى تتغذى على المكونات العضوية الموجودة فى مخلفات الطيـور و أعشاشها ومؤدية إلى تلف الزخارف الملونة عند وجودها فى أسقف المنازل مثل سقف الحجرة الجنوبية الغربية بمنزل المناديلى وبما ينتج عنها من أحماض عضوية قد تتفاعل مع المواد الملونة مؤدية إلى تلفها .

٥ – الفئران

تختلف الفئران فى أنواعها ومدى انتشارها واهم هذه الأنواع :

(١) فأر الحقول الزراعية Arvicanthis niloticus desm

(٢) الفأر المتسلق Rattus ratuus

وهو ثلاثة أنواع الفـأر الأسـود R. R. rattus L والفـأر السكندرى R. r. Alexandrinus gef وفأر الأسـقف أو فـأر النخيل R. r. frugivorus savi

(٣) الفأر النرويجى أو فأر السفن R. r. norvegicus Back

(٤) فأر المنازل الريفية Acomys cahirinus Desm

(٥) فويرة المنزل Mus mus musceulus L.

وتعيش الفأرة سنتين أو ثلاث تبعا لنوعها وتصل الصغار سن البلوغ فى

الشهر الثالث وتلد الفأرة في المرة الواحد ٤ – ٦ وتعتبر البعيرات أحد الدلائل الهامة على وجود هذا الحيوان وعند ما تغزو الفئران المبانى الأثرية وتستوطن بهـا تصيبه بأضرار بالغة لأنها تحفر جحورا قد تمتد إلى مساحات كبيرة فى الجدران أو اسفل الأساسات الأمر الذى يؤدى إلى احتلال توازن المبنى كما أن تكاثرها يحول المبانى الأثرية إلى أماكن قذرة كريهة الرائحة .

٦- الوطاويط

الوطواط حيوان ثدى وتنتمى إلى رتبة الخفاشيات Chiroptera التى تنتمى للثدييات المشيمية Placentalia والخفافيش تنتشر فى كل أنحاء العـالم ومنها آكلات الحشرات وآكلات الثمار وتلك التى تمتص الدماء وهذه الحيوانات عموما شرهه ولذا فإنها تـبرز كـثيرا ومنـها فصـلية الخفـافيش القنـواء Rhinolophidae قرب الإسكندرية وهناك فصلية الخفاش مغطـى الأنـف Rhinopomidae ويمثلها فى مصر النوع Rhinopomo microphyllum الذى يؤم المغارات والمقابر والمعابد ويوجد فى مدينة رشيد الخفافيش التى تتغذى على ثمار الفاكهة ومن أهمها الخفاش آكـل الثمـار Ossetus aegytiacus geoffr حيث تنشط للتغذية على الثمار الناضجة كما تتغذى على البلح .

وتتلف الوطاويط منازل رشيد عن طريق تشويه جدرانها بما تخلفه مـن مخلفات وهى المعروفة ببقع الدم بنية اللون والمسـماه Bats dropping ممـا يصعب إزالتها عند تنظيفها كما أن بولها عبارة عن سائل يحتوى على مخلفـات التمثيل الغذائى للمواد الآزوتية وبعض الأملاح المعدنية والمواد الملونة وهو اصفر اللون لاحتوائه على صبغة Urochrome وبول الوطاويط ليس من السـهل تنظيفها كما أنها تلف الأسقف الخشبية الملونة نتيجة الأحماض العضوية المحتـوى عليها.

٧- العوامل البشرية

بالإضافة إلى الدور المتلف الذى تقوم بــه العوامــل الفيزيوكيميائيــة والكيميائية والكائنات الحية الدقيقة فإن الدور البشرى لا يقل أهمية وخطورة عن العوامل السابقة فقد يكون عاملا مساعدا أو أساسيا ولا يقتصر دورة على تشويه وضياع المعالم الأثرية والفنية والمعمارية بل قد يتعدى إلى ضياع الأثر كلية ودور الإنسان فى تلف المبانى الأثرية ينتج عن قلة الوعى الأثرى والحضارى والثقــافى بقيمة هذه المبانى الأثرية وكذلك لقلة الدراسات العلمية المتخصصــة فى حقــل ترميم الآثار وعدم تطبيقها لانعدام التخطيط السليم العام وعدم وضوح الرؤيــة الحضارية وضعف الانتماء وعدم المعرفة بالتاريخ والتراث وضــعف المســتوى الاقتصادى وعدم وجود سياسة واقعية تشجع البحث العلمى وتربط مــا بــين البحث العلمى واحتياجات المجتمع والبيئة وسطوه وعلو الجمود والتخلف العلمى نتيجة الركود الإدارى و البيروقراطية المتغلغلة والتى أصبحت نســيجا وديــدنا للمجتمع وعدم وجود المجتمع العلمى أو المنظومة العلمية التى تتكامل مع بعضها البعض فى سبيل علاج وصيانة آثارنا الإسلامية وهناك العديد من العوامل البشرية التى تؤثر على سلامة المبانى الأثرية بمدينة رشيد منها :

(أ) سوء استعمالات المبانى :

تعرضت كثير من مبانى رشيد الأثرية وفقدت كــثير مــن عناصــرها المعمارية والزخرفية بسبب تحول هذه المبانى إلى مساكن أو استخدامها فى أغراض تجارية دون حفاظ على طابعها الأثرى وقيمتها التاريخية والفنية فكثير من المنازل مثل منزل عصفور به وكالة تجارية ومحل بيع البراويز ويوجد فى الدور الأرضــى لمسجد دومقسيس حظيرة لتربية المواشى وما ينتج عنها من مخلفات الحيوانــات

والتى تؤثر تأثيرا كيميائيا على أساسات المسجد ، ومترل مكى به جمعية لإنتاج السجاد والكليم والذى يحتوى على أعداد هائلة من أنوال النسيج بالإضافة إلى سوء استعمالات المترل نتيجة لكثرة الأيدى العاملة به وما ينتج عنها من سوء استعمال للتمديدات الصحية وبالتالى ارتفاع الرطوبة النسبية ومستوى المياه نتيجة لتهالك شبكة المياه ومياه الصرف الصحى وارتفاع الرطوبة نتيجة الأنشطة البشرية مما يؤثر على سلامة المبنى وذلك لعدم تصميمه لأجراء مثل هذه الممارسات والأنشطة التى قد تزيد من أحماله وعندما تجتمع زيادة الأحمال بشكل غير عادى مع عدم مراعاة أصول الصناعة والتنفيذ بالإضافة إلى بعض أخطار التصميم تحدث التشققات فى المبانى وتنهار بشكل سريع ومفاجئ نتيجة استعمال المنشأ لغير الغرض المصمم من اجله كما أن احتواء المبانى الأثرية أو أجزاء منها وخصوصا الأدوار الأرضية لأنشطه خطره على المنشأ .

(ب) قلة صيانة المبانى :

وذلك بعدم اتباع النظافة الدورية لكل المنازل والاقتصار على المنازل السليمة والمفتوحة للزيارة بالإضافة إلى عدم استبدال الأجزاء التالفة من العناصر المعمارية الخشبية سواء فى الميدات أو العروق الخشبية الحاملة للأسقف وكذلك المونات ومواد البناء الأخرى مما يؤدى إلى زيادة تلف وضعف متانة المبنى ومزيد من عمليات التلف لباقى عناصره المعمارية والفنية ربما يرجع ذلك إلى ارتفاع تكاليف عمليات الصيانة وعدم توفر الاعتمادات المالية لإجراء عمليات الصيانة لكل المبانى الأثرية بالإضافة إلى إهمال عزل الأسطح و دورات المياه و الأساسات خاصة فى حالة تسرب المياه الجوفية واحتوائها على نسب عالية من الأملاح الضارة كما أن انتشار الملوثات الطبيعية والصناعية يؤدى إلى تشويه أسطح

العناصر الفنية والزخرفية والمعمارية مع قلـه عمليـات التنظيـف الميكـانيكى والكيميائى .

(جـ) عدم مراعاة اشتراطات الأمان :

تتعرض مواد البناء على اختلافها للحرائق فهى تؤثر على مادة الخشب المستعملة فى الأبواب والشبابيك والمشربيات والأسقف كما تؤثر على المونـات والأحجار كما حدث لقصر المسافرخانة حيث أدى الحريق إلى تدمير عناصـره الفنية والمعمارية وضياعها تماما لذا يراعى توفر معدلات آمان عاليـة بالمنـازل فبالإضافة إلى النظم اليدوية لابد من توفر نظم إطفاء أتوماتيكية ضد الحرائق كما أن عدم مراعاة اشتراطات الأمان أثناء عمليات الترميم المعمارى مـن تغطيـة السقالات بستائر واقية لحماية العناصر الفنية والمعمارية من تساقط الأتربة كما تقوم فكرة احتياطات الأمن على إيجاد مقاومة احتياطية طويلة الأمد لمواجهـة الأحمال غير العادية التى قد تزيد من تلك التى أخذت فى الاعتبار عند التصـميم وتمثل النسبة بين الحمل الذى يسبب الانهيار والحمل التصميمى معامل الأمـان وتختلف معاملات الأمان باختلاف الاستعمالات والمواصفات وتظهر أهمية معامل الأمان فى تغطية حالات الأحمال الحية التى يمكن أن تطرأ فى المستقبل وتكـون خارجة عن توقعات المهندس المصمم وسوء التنفيذ لعمليات الترميم المعمـارى للأسقف والكمرات الخشبية وعمل تعديلات معمارية وعدم توزيـع الأحمـال توزيعا صحيحا مما قد ينشأ عنه تشققات ناتجة عن سـوء الاسـتعمال وسـوء التصميم والسماح بإنشاء مبنى عال ملاصق أو السماح بدق أوتاد لأساسـات مبنى مجاور أو الترخيص لمهن تستعمل آلات تصدر اهتزازات حادة دون أن تحقق الشروط فى المبنى والتربة وعدم انتقال الاهتزاز إلى الجوار أو عدم وجود معدلات

أمان لما يحدث من تنفيذ مشروعات فى الطرقات والمدينة مثل مشاريع الصرف الصحى أو الرصف أو إنشاء شبكات لمياه الشرب أو الكهرباء وكافة المشروعات المدنية التى قد تؤثر على حالة الأثر و أمنه .

(د) أعمال الترميم والصيانة غير المدروسة :

لاشك أن كثير من المبانى الأثرية قد تعرضت للتلف من جراء أعمال الصيانة والترميم الخاطئة التى أجريت لها دون أسس علمية واتباع أساليب خاطئة فى العلاج واستخدام مواد غير مناسبة من ذلك التغطية على الزخارف الجصية بطبقة من الظهارة فى واجهة منزل مكى أسفل العقد العاتق الموجود فى اعلى المدخل أثناء عمليات الترميم والصيانة بواسطة الأهالى فى أوقات سابقة أو القيام بأعمال الدهانات الزيتية وتغطية الزخارف الملونة المذهبة والكتابات مثلما حدث بدكه المبلغ بمسجد زغلول أو القيام بإجراء عمليات استكمال باستخدام أساليب ومواد غير مناسبة وغير مطابقة للمواصفات الفنية والأثرية مثلما حدث عند إجراء عمليات استكمال للزخارف الجصية الملونة بمحراب مسجد العباسى (١٨٠٩ م) برشيد وقد تمت هذه الأعمال قبل إجراء عمليات التسجيل لآثار مدينة رشيد وبواسطة الأهالى وفى حدود إمكانياتهم العلمية والفنية وخبرات المنفذين والضرورة العملية من أعمال الترميم والصيانة ولكن بعد إجراء عمليات التسجيل لهذه الآثار وقيام المجلس الأعلى للآثار بأعمال الصيانة والترميم بواسطة المتخصصين سواء الترميم المعمارى أو الدقيق ومع بذلهم أقصى الجهد والعرق فى سبيل إجراء أعمال الترميم والصيانة على أسس علمية إلا انه هناك بعض القصور الناتج عن قلة الدراسات العلمية المتخصصة فى هذا المجال وإن وجدت لا تأخذ قنواتها الشرعية للتطبيق بالإضافة إلى قلة الدورات التدريبية لتأهيل الكوادر الفنية

وضعف الإمكانيات المادية وعدم توفر الأجهزة العلمية لإجراء عمليات الفحوص والتحاليل و اختبارات المواد وعدم تشجيع البحث العلمي التطبيقي ووجود البيروقراطية وغلبة التعقيدات الروتينية والتشريعات والقوانين غير المحفزة للابتكار وتحسين العمل كما أن قلة الإمكانيات المادية وضعف الرواتب أدى إلى عدم تفرغ العاملين لإجراء عمليات الترميم والصيانة بذهن صافي مما أدى إلى عدم الإتقان وغلبة الظروف المعيشية والاجتماعية على إنهاء العمل على احسن صورة مما ترتب عليه من استخدام أساليب غير مناسبة وكذلك عمليات الترميم المعماري والدقيق غير مواكبة للتطورات العلمية والتكنولوجية والأبحاث الحديثة في مجال البناء مما أدى إلى استخدام مواد غير مناسبة مثل استخدام مونات قد تحتوي على مواد غير متجانسة والتي لم يراعى فيها الكميات المناسبة للمواد المضافة ، والتي تحول المونة إلى مونة هشة فاقدة التماسك أو استخدام مواد المونة قد تتفاعل مع بعضها البعض لإنتاج مواد ضاره بالأثر على المدى الطويل وذلك بوضع مادة الجبس مع مونة الأسمنت في أعمال الكحلات البارزة أو إجراء الاستكمال لمونة الجبس بمونة الأسمنت وما ينتج عن ذلك من تكوين مادة الاترنجيت Ettringite وما تحدثه من تشققات وشروخ بالمونة نتيجة لازدياد حجمها كما أن استخدام مادة السانيتون في الدهانات للآثار الخشبية كمادة واقية لها غير كافية وذلك لتلفها في الآثار التي تم دهانها بها في آثار مدينة رشيد وذلك للظروف البيئة القاسية المعرضة لها .

كما أن استخدام مونة الجبس في أماكن ترتفع فيها درجة الرطوبة النسبية حيث أن الجبس $CaSO_4.2H_2O$ يتأثر بسهولة في الرطوبة العالية حيث يذاب جزء منه ويهاجر إلى أماكن مختلفة ويترسب ويتبلور مرة أخرى على هيئة بلورات ملحية والتي تحدث ضغوط موضعية هائلة مصاحبة للنمو البلوري له

مؤدية بذلك إلى تلف المونات ومواد البناء الأخرى .

كما قد تجرى أعمال تسليح للمونة بواسطة أسياخ الحديد القابل للصدأ مما ينتج عنه زيادة فى حجمه نتيجة تكون نواتج الصدأ وإذا كان الحديد مغموسا فى مونة الجبس فإن المشكلة تكون سيئة وذلك لأن الجبس يتميأ حمضيا **Acidic hydrolysis** مما يشجع على صدأ الحديد كما أن التمدد الحرارى للحديد اعلى من التمدد الحرارى لمواد البناء مما يؤدى إلى مزيد من الشروخ والشقوق الدقيقة بالإضافة إلى اتساخ مواد البناء واتساخها بنواتج صدأ الحديد كما أن استخدام المخلفات الصناعية غير المناسبة فى خواصها الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية وفى ظروف غير مناسبة تؤدى إلى اتساخ السطح الخارجى نتيجة تجمع الأتربة أو تغير لونها وصعوبة إزالتها مثلما حدث عند استعمال راتنجات الايبوكسى فى لصق التيجان الرخامية بمسجد المحلى وتشويه الأعمدة كما أن استخدامها فى أعمال التقوية للصور الملونة للأسقف الخشبية يؤدى إلى اصفرارها وتشويه القيمة الجمالية للزخارف وذلك نتيجة أكسدتها التى تنشطها الحرارة والضوء فمن المعروف أن معظم أنواع البلمرات تتأثر بشدة بالضوء والذى تحمل أشعته طاقة حرارية عالية وخاصة فى الصيف والطاقة الضوئية التى تمتصها البلمرات تعمل على تحطيم الروابط الكيميائية للبلمرات ولا يتوقف تأثير تحطم البلمرات على النواحى الجمالية بل يؤثر أيضا على الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمواد البناء فى حالة استخدامها بطريق غير مناسبة .

العوامل المسببة للصيانة تصنيف العيوب :

من المتعارف عليه أن العوامل الرئيسية المسببة لأعمال الصيانة تشمل :

أ) العوامل الجوية : وهذه العوامل تختلف فى الشدة حسب موقع البناء وتوجيهه . ويكون تأثيرها أكبر على العناصر الخارجية للمبنى

(ب) نشاطات المستخدمين للأبنية : ويشمل العوامل البشرية والميكانيكية ، وكذلك الاستخدام المصرح وغير المصرح به .

(حـ) تغير المقاييس أو الأذواق : وهذا غير ناتج عن كون المبنى أصبح أكثر سوءا ، وإنما قد يوجب القيام بعمل صيانة على فترات أكثر تقاربا وليس فقط عند الحاجة ، وعلى سبيل المثال إعادة دهان بناء بهدف تغيير الألوان فقط .

وفى العوامل أعلاه ، فإن السبب للصيانة قد يكون (عاديا أو غير عادى) حسب التوقعات المبنية على الخبرة السابقة .

وقد يكون عمل الصيانة لحفظ الوظائف أو الصفات الجمالية للمبنى .

حجم عمل الصيانة الذى تسببه هذه العوامل يعتمد على :

١. كفاءة التصميم وملاءمة المواد المحددة فى المواصفات .

٢. مستوى المصنوعية خلال التنفيذ أو خلال تنفيذ أعمال الصيانة .

٣. مدى مراعاة المستشار المصمم للاحتياجات المستقبلية المتوقعة .

يمكن اعتبار الحروب والزلازل والعوامل الطبيعية الأخرى (مثل الفيضانات والأعاصير) كعوامل مسببة لأعمال الصيانة .

ومن ناحية أنواع العيوب التى توجب أعمال الصيانة يمكن تلخيصها بما يلى :

(١) القواعد والأعمال الخارجية :

(أ) أهم القواعد والأساسات .

١. الحركة الناتجة عن التحميل : وهذا يؤدى لتهبيط أولى وتهبيط مستمر يقدر بعشرين عاماً بعد الإنشاء .

٢. الحركة الناتجة عن أسباب أخرى (التغييرات الجوية ، نمو أو إزالة النباتات ، حركة الأرض ، والتهبيط) وقد تبين أن جذور الأشجار والنباتات تخترق التربة لعمق معين وتمتص الرطوبة فى الصيف مما يسبب جفاف التربة تحت الأشجار الكبيرة والنباتات . فى بريطانيا مثلا تبين أن الجفاف الدائم امتد لعمق ٥ متر وأن انكماش على سطح الأرض بين ٥ سم — ١٠ سم حدث بسبب ذلك . وتأثير الأشجار والنباتات يحدث فى الغالب تحت الجدران الخارجية والزوايا .

٣. الحركة ذات النطاق الواسع : وتنتج عن عوامل طبيعية أو جيولوجية (مثل ميلان التربة ، وجود فراغات فى الطبقات تحت الأساسات ، المناجم)

٤. تصميم الأساسات .

٥. خرسانة الأساسات : هل هناك كبريتات بنسبة أعلى من المسموح به فى التربة وهل تم استخدام أسمنت مقاومة للأملاح فى الأساسات ؟ هل هناك

نسبة كلورايد أعلى من المقرر فى الماء أو الحصوة المستخدمة فى الخرسانة .
(الكلورايد يؤثر على حديد التسليح للأساسات) ضعف الخرسانة وعيوبها
٦. التعديلات على أساسات قائمة لتحمل أوزان إضافية .

(ب) هبوط الأبنية :

وقد ينتج ذلك عن الأساسات أو التربة أو الأشجار أو الحفريات المجاورة للأبنية .

(جـ) تسرب المياه للتسويات :

(٢) الجدران ، الرطوبة ، التكثف .

(أ) الجدران الإضافية (Cladding)

- عدم قدرة الجدار على تحمل مما يودى لتهبيط نسبى ، التواء أو تشققات .
- عدم القدرة على العزل مما يسبب تكثف البخار فى الداخل ، أو تآكل مواد الجدار بسبب العوامل الجوية الخارجية ، أو تسرب المياه مما يسبب تآكل المعادن أو تكون العفن (Mould) .
- تشققات بسبب العوامل الجوية أو الطبيعية أو الكيماوية ، أو بسبب عيوب التنفيذ .
- تسرب المياه من الجدران .

(ب) جدران الطوب :

- التملح (Efflorescence)
- اتساخ (Stains) أو التلطيخ ، مثل الكربونات المترسبة من مياه الأمطار

- مهاجمة الكبريتات ، وينتج عن تفاعل الكالسيوم مع الكبريتات المذابة من الطوب الطيني .
- تأثير الصقيع .
- التهبيط .
- عدم التوازن .
- استخدام مواد غير مناسبة أو المصنوعية السيئة . ،
- تآكل الحديد .
- التشقق بسبب الانكماش .
- نمو الفطريات .
- الحاجة لإعادة تعبئة الفواصل بالمونة .

(جـ) أعمال الحجر :

- امتصاص الماء .
- استخدام أنواع متعددة من الحجر فى نفس الجدار .
- التفاعل مع ثانى أكسيد الكربت المحتمل وجوده فى الجو (تؤدى لتكون إصلاح وانسلاخ قطع من الحجر)

(د) تسرب الرطوبة :

- تسرب المياه من الهيكل بسبب عيوب به .
- عيوب فى نظام تصريف مياه الأمطار .
- عيوب فى شبكة تصريف المياه داخل المبنى .
- الرطوبة فى الأرضية للطابق الأسفل بسبب الخاصية الشعرية.

- الرطوبة فى الجدران نتيجة تسرب المياه المستخدمة خلال الإنشاء .
- تسرب المياه من السقف أو التصوينة أو المداخن .

(هـ) التكثف (Condensation)

تدل الدراسات على أن حوالى ١,٥ مليون مسكن فى المملكة المتحدة يعانى بشدة من مشاكل الرطوبة والتكثف وحوالى ٢ مليون مسكن تعانى من مشاكل بسيطة ، وهذا التكثف قد يؤدى لتكون العفن (Fungus) أو تلف الدهان أو الديكور الداخلى وأسباب التكثف تشمل :

- قلة التهوية للمنزل .
- مصادر البخار داخل المنزل (الطبخ ، الحمامات ، التنفس ، النباتات ، البخار من الماء المستخدم خلال الإنشاء ، الغسيل ، تجفيف الملابس الرطبة بواسطة البارفين أو الغاز ، الصوبات)

(٣) الأرضيات ، الأسقف ، عزل الصوت والحرارة ، والارتجاج .

(١) الأرضيات :

- مشاكل ارتفاع الرطوبة بواسطة الخاصية الشعرية .
- مهاجمة الأملاح المذابة فى التربة للخرسانة فى الأرضية .
- الانكماش أو التهبيط فى أرضيات البلاط الموزاييك (Terrazo)

(٤) المنجور ، تآكل المعادن ، البلاستيك ، القصارة الداخلية ، القصارة الخارجية ، التشطيبات الداخلية ، الديكورات ، الزجاج .

(أ) المنجور :

- التشققات فى الأخشاب .
- تعفن وتآكل بسبب الرطوبة .
- مهاجمة الحشرات للأخشاب (Beatles)

(ب) تآكل المعادن

وهذا يمكن أن يودى لواحد أو أكثر من الأضرار التالية :

- ضعف السلامة الإنشائية للمعدن .
- قد تودى لالتواء أو تشقق لمواد بناء أخرى حيث يكون المعدن موضوعا .
- قد يودى لتسرب المياه للمبنى .
- إعطاء أسطح منظرها غير مقبول .

(جـ) البلاستيك :

- تغيير اللون بسبب أشعة الشمس (وخاصة الأشعة الفوق بنفسجية).
- ضعف الصفات الميكانيكية والكهربائية بسبب ارتفاع درجة حرارتها .
- تشققات .
- التمدد والتقلص بشكل ملحوظ .

(د) القصارة الداخلية :

- التشققات .
- فقدان الالتصاق
- الجفاف وتشكل طبقة بودرة مع تشققات دقيقة جدا
- التملح (Efflorescence)
- انسلاخ طبقة القصارة الأخيرة (الناعمة)

- عدم انتظام السطح
- الانتفاخات
- الترطب المتكرر لسطح القصارة
- التلطخ والاتساخ (staining)
- الطراوة وتشكل طبقة طباشيرية
- التعفن (Mould Growth)

(هـ) القصارة الخارجية :

- التشققات
- انسلاخ القصارة
- التملح (Efflorescence)
- التعفن

(و) بلاط الجدران الخارجية :

- تساقط البلاط
- التمدد والتقلص وانكسار البلاط بسبب ذلك

(ز) التشطيبات الداخلية

(تشمل عيوب البلاط ، السيراميك ، البلاط الكاوتشوك)

(ح) الديكورات الداخلية :

(عيوب الدهان ، ورق الجدران والسجاد ، وبلاط الأسقف)

(ط) الزجاج

٥) التمديدات الصحية ، التدفئة والماء الساخن ، التكييف ، التمديدات الكهربائية ،المصاعد ، التصريف الصحى ، السلامة ، مقاومة الحريــق ، التنظيف ، تسرب القوارض والحشرات .

(أ) التمديدات الصحية :

- تآكل التمديدات بسبب الماء
- تآكل المواسير المحلفنة الملامسة للطــين بســبب نــوع مــن البكتريــا (Anaerobic)
- تلوث المياه بسبب نوعية اللحام القصدير لمواسير النحاس
- تسرب المياه من المحابس الكروية والحنفيات.
- تفجر المواسير بسبب الصقيع
- ظهور أصوات أثناء جريان المياه فى المواسير

(ب) التدفئة والماء الساخن

- وجود هواء داخل الخطوط
- الأصوات
- الجريان الضعيف
- مشاكل البويلرات

(جـ) التكييف

(د) التمديدات الكهربائية (تمديدات القوى ، وإنارة)

(هـ) المصاعد

(و) التصريف الصحى

(ز) السلامة العامة

(تطبيق فرق الصيانة لها ومدى توفر متطلباتها بعد بدء الاستخدام)

(حـ) التنظيف

(ط) تسرب القوارض والحشرات للمبانى (Pest Infestation)

(الفئران ، الحشرات وخرط ذلك على سلامة المبنى والتمديدات ومشاكل الحريق وسلامة القاطنين الصحية)

المسئولية القانونية عن أعمال الصيانة :

– يمكن حصر أطراف المسؤولية بالنسبة لإصلاح عيوب الصيانة بما يلى :

(أ) المستأجر (عندما يكون البناء مستأجرا)

(ب) المالك

(حـ) الجهة المصممة للمبنى

(د) المقاول المنفذ للمبنى

(هـ) شركات التأمين (إذا ما كان المبنى مؤمن وضمن ما تحدده شروط بوليصة التأمين)

(و) الحكومة (حيث أن الحكومات تتحمل أحيانا مسؤولية إصلاح العيوب الناتجة عن الحروب أو الكوارث الطبيعية)

أهمية الصيانة

يمكن حصر الفوائد المتوخاه من الصيانة بما يلى :

(أ) فوائد مالية :

وهذا قد ينتج عن الاستخدام الأكثر فعالية للمبنى وعن إنتاجية أعلى للقاطنين . ومبيعات أكثر فى المحلات التجارية ، والأهم قد ينتج كتوفير ثابت نتيجة دراسة الجدوى لأى عمل صيانة و تحديث على مدى عمر المبنى الاقتصادى وقد أشرنا للدراسات التى أثبتت أن الإنفاق على الصيانة قد يكون مجديا اقتصاديا بدراسة كلفة المبنى الإجمالية على مدى عمره المتوقع .

(ب) عوامل فنية :

- المحافظة على الخواص الطبيعية للمبنى .
- المحافظة على خدمات المبنى
- تقليل احتمال الأضرار والعيوب داخل المبنى
- تقليل فترات تعطيل استخدام المبنى أو جزء منه
- خفض عدد الحوادث المحتملة داخل المبنى

(جـ) العوامل الإنسانية :

- مستوى أعلى من الرفاهية للقاطنين
- مستوى أعلى للمعنويات لدى القاطنين
- كلفة أقل لتدريب وتوظيف العاملين فى المبنى (بالنسبة للمحلات التجارية والصناعية)

أنواع الصيانة

١ – الصيانة البسيطة المستمرة :

هذا النوع من الصيانة يبدأ فور الانتهاء من المبنى وبداية تشغيله ، ويتم من خلاله التفتيش اليومى على أعمال السباكة والنجارة والدهانات وأعمال الكهرباء البسيطة ، ويغطى الأعمال المتفرقة مثل زراعة الحدائق وتجميل الأبنية وغيرها . ويتم هذا النوع من الصيانة تحت إشراف وتوجيه من الهيئة ، ويكون مدير المدرسة مسئولا عن الصيانة البسيطة المستمرة ، على أن يستعين بجماعات الأنشطة تحت إشراف مدرس المجالات بالمدرسة ، ويعاونه أحد العمال المتدربين على أعمال الصيانة البسيطة دون الاحتياج إلى مستوى فنى أعلى .

وفى سبيل إنجاح هذا النوع من الصيانة ، حققت الهيئة بمعاونة من السادة المسئولين والمهتمين بالتعليم فى مصر الآتى :

- تحديد مبلغ معين لكل مدرسة يخصص للصرف على هذه الأعمال البسيطة
- توفير حقيبة لكل مدرسة تحتوى على المعدات والآلات اللازمة مثل هذه الأعمال .
- تم عمل مناهج تعليمية تدرس لتلاميذ المرحلتين الابتدائية والإعدادية عن الصيانة البسيطة لجميع العناصر التى يقابلها التلميذ فى حياته فى المدرسة والمنزل ، وكيفية إصلاحها بنفسه .
- إنشاء مدرسة التخصصية لتخريج أجيال من الكوادر الفنية المتدربة والمثقفة والقادرة على القيام بأعمال الصيانة البسيطة بجميع كدارس الجمهورية .
- تشكيل لجان تفتيش دورية على أعمال بنتائج التفتيش لجهات الاختصاص لضمان الالتزام بسياسة الهيئة فى هذا المجال .

هذا ويبين الشكل رقم ١ تسلسل الإجراءات الخاصة بهذا النوع من الصيانة ، وتم عمل استمارات متابعة يومية وأسبوعية وشهرية وسنوية لتحديد أنواع الإصلاحات التي تمت بكل فراغ بالمبنى ومعدلات تكرار هذه الإصلاحات وأسبابها وتكلفتها .

٢- الصيانة العاجلة :

من خلال التفتيش اليومي على حالة المبنى داخليا وخارجيا قد يتضح وجود عيوب تستلزم خبرات تفوق خبرات المدرس المسئول أو العامل الفني مما يوجب إبلاغ الأمر لمدير المدرسة مع ملء نموذج مبسط (استمارة) لتوصيف العيوب ، ويقوم سيادته بإبلاغ التعليم بخطاب مرفق معه هذا النموذج ويتم تحويل الموضوع إلى فرع الهيئة العامة للأبنية التعليمية والتي تقوم بدورها بإرسال أحد مهندسيها المتخصصين لإجراء المعاينة وتحديد طبيعة العيوب وأسبابها وطرق ومواد الإصلاح ، مع عمل مقايسة للأعمال اللازمة وتكلفتها ، ويقوم الفرع على وجه السرعة بإسناد الأعمال إلى مقاولي الصيانة السنوية المسجلين بالفرع ويشمل النوع من الصيانة لأعمال الآتية :

بالنسبة للأعمال الصحية تشمل تغيير خطوط الصرف أو التغذية أو الغاز أو إضافة خطوط جديدة أو استبدال الأجهزة الصحية التالفة وكذلك تركيب وإصلاح خزانات المياه وإنشاء أو استكمال شبكة إطفاء الحريق .

(ب) بالنسبة للأعمال الكهربائية أو الكشافات التالفة أو المفقودة وكذلك القواطع بلوحات التوزيع .

(جـ) بالنسبة لأعمال النجارة تشمل تركيب الأبواب والشبابيك والأرضيات الخشبية التالفة وقد تمتد هذه الأعمال لتشمل بعض التجهيزات التي

تعرضت إلى إتلافات جسيمة .

(د) بعض أعمال الإصلاحات الإنشائية والمعمارية البسيطة .

٣- الصيانة الرئيسية :

المقصود بهذا النوع من الصيانة هو إصلاح وترميم العيوب التى تحدث بالعناصر الإنشائية كما قد تمتد لتشمل المبانى والأعمال الصحية والكهربائية ، ويتم الاستعانة فى هذا النوع من الصيانة بمشروع الهيئة للخريطة المدرسية ، ونظرا لضخامة حجم الأعمال ولضمان سرعة إنجاز خطة الصيانة الرئيسية حسب البرنامج الزمنى المخطط بالهيئة ، فأنه يتم الاستعانة بالجامعات والمراكز البحثية والجهات الاستشارية ذات الخبرة والسمعة الحسنة للمشاركة فى أعداد التقارير الفنية مع تدعيمها بمقايسات للأعمال المطلوبة ويلى ذلك طرح الأعمال المطلوبة بمعرفة الهيئة ، ويشترط فى المقاولين المتقدمين لتلك الأعمال الكفاءة والتخصص فى مثل هذه النوعية من الصيانة ، ويؤخذ فى الاعتبار سابقة خبراتهم فى هذا المجال كعنصر رئيسى للاختبار بجانب الأتعاب وزمن الإنجاز .

تصدع المبنى

أنواع التصدعات : DETERIOATION

- التشقق CRACKING : وينتج عن اجهادات الشد الرئيسية الزائدة .
- التشظى (التكسر) SPALLING : وهو تكسر الخرسانة وتفتتها إلى قطع صغيرة الشظايا ، وهو ينتج عن إجهادات الضغط الرئيسة الزائدة .
- التحلل DISNITEGRATION وهو تحلل المواد المكونة للخرسانة نتيجة للتفاعلات الكيماوية مع مكوناتها وخاصة الأسمنت .

معاينة ومراقبة التصدعات :

وتتم عبر الخطوات التالية :

- إعداد مصور توضحى للوضع الراهن للتصدعات مبينا عليه الموقع والأبعاد .
- مراقبة التصدعات

التشقق : ويراقب بتأثير نهاية الشق أو وضع دبوس بنهاية الشق ، أو وضع لصاقات جصية ، أو بأية طريقة ملائمة ، وذلك بغية تحديد التشقق النشط والتشقق الخامد.(شكل ٩)

التكسر : ويراقب عن طريق دهن المنطقة المتصدعة بمادة قابلة للتكسر بسهولة عندما يكون التكسر نشيطاً ، ويمكن استخدام لصاقات جصية لهذه المهمة . فإذا كان التكسر نشيطاً ، تنفصل اللصاقات عن الخرسانة بمنطقة التكسر أو تكسر مع البيتون .

التحلل : ويراقب عن طريق إزالة الطبقة الخرسانية المتحللة جميعها ، ومن ثم فحص المنطقة المراقبة بعد فترات زمنية معينة لمعرفة ما إذا حصل تحلل

حديد كما يجب أن يتم قياس عمق الطبقة التى تحللت خلال هذه الفترة الزمنية .

الاستنتاجات : تدرس التصدعات وتربط بعضها مع بعض ، وكذلك مع الجملة الإنشائية للمنشآت محاولة لمعرفة الأسباب المحملة للتصدع واستبعاد الأسباب غير المحتملة .

التحرى عن أسباب تصدع المنشآت :

تعد مسألة تحديد أسباب التصدعات مسألة معقدة تحتاج إلى خبرة فنية متمرسة ، حيث أنه لا يمكن استخدام قواعد وأسس ثابتة فى تحديد تصدع المنشآت ، ولكن لابد من الاستفادة من المعطيات المحلية لكل حالة على حدة .

وفى جميع الأحوال ، على الفنيين عند قيامهم بتحديد أسباب التصدع أن يعتمدوا مبدأ استبعاد الاحتمالات غير الممكنة وبالتتالى ، وذلك بعد أن توضع جميع الأسباب المحتملة للتصدع ، وهكذا حتى يبقى سبب أو أكثر ، علماً بأن الخبير المتمرس يستطيع ، اعتمادا على طبيعة الشقوق المتولدة فى المنشآت المتصدعة أن يحدد أسبابها مباشرة وبدقة كافية .

التحرى فى مرحلة التصميم :

التحرى عن الأخطاء فى المخططات الإنشائية التى تم تنفيذ المنشاة بموجبها :

- الجملة الإنشائية
- الأبعاد
- التسليح (المساحة — الأقطار — التوضع - أطوال التماسك .. الخ)
- الأساسات : نوعها — ملائمة التصميم الإنشائى لجسم الأساس من

واقع الحمولات المطبقة عليه.

- المقاومة التصميمية للتسلح والخرسانة .

التحرى عن الأخطاء فى الدراسة الجيوتكنيكية :

- نوعية السبور وعددها وعمقها: هل تكفى للتعرف على طبقات التربة .
- التجارب المخبرية وملائمتها مع طريق اجهاد تربة أساسات المنشاة مع مراجعة تفسيرها .
- نوعية التجارب الحقلية وتفسيرها .
- كيفية تحديد هبوط وقدرة تحمل التربة المسموح به .
- الأساسات .

- عمق التأسيس
- حماية ظهر الأساس من العوامل الجوية
- استخدام أنواع مختلفة من الأساسات فى منشأة واحدة
- تناسب عرض الأساس مع حمولته (شكل ١٠) مع الاختلاف فى مستوى التأسيس (الشكل١١) أو مع الاختلاف فى مستوى وطبقة التأسيس (الشكل ١٢)
- التوصيات الخاصة بالتأسيس على الشواطئ وضفاف الأنهر .
- وجود مواد كيماوية فى التربة أو الماء الجوفى .
- عيوب فى تربة الأساسات لم يلحظها التقرير الجيوتكنيكى .
- التأسيس على طبقة تربة قليلة السماكة (شكل ١٣)
- تأسيس جزء من المنشأة على ردم (الشكل ١٤)
- وجود أعشاب تربة ضعيفة (الشكل ١٥)

- وجود إنشاءات قديمة (الشكل ١٦)
- عدم اعتبار مستوى الانزلاق (الشكل ١٧)
- عدم لحظ أثر المنحدر على المبنى أو على قدرة تحمل التربة (الشكل ١٨)
- التاريخ الجيولوجي والجيوتكنيكي للموقع وعدم احترام تجارب الآخرين في التأسيس .

إشكالات في الدراسة الجيولوجية للموقع :

- عدم وجود دراسة جيولوجية أو وجود نقص فيها .
- خطأ في معالجة المشاكل الجيولوجية .

التحري في مرحلة التنفيذ :

عند تنفيذ أعمال المشروع لا يتم التقيد بالمخططات والمواصفات الموضوعة له ، فينتج عن ذلك أخطاء قد تؤدي إلى تصدع المنشأة . لذا لابد من التحري عن الأخطاء والتعديلات التي حصلت على المخططات التصميمية وهنا نذكر على سبيل المثال وليس الحصر أنه لابد من :

التحري في تنفيذ الجملة الإنشائية :

- التغيير في الجملة الإنشائية
- التغيير في أبعاد العناصر الإنشائية
- التغيير في توضع التسليح أو في كميته وخاصة في الأساسات .
- سوء تنفيذ الخرسانة (مواد أولية — صناعة) وخاصة في الأساسات الوتدية المصبوبة في المكان (الشكل ١٩)

التحرى فى تنفيذ توصيات التقرير الجيوتكنيكى عن :

– عدم تطبيق التوصيات التى نص عليها التقرير الجيوتكنيكى وخاصة : (عمق التأسيس – نوعية طبقة التأسيس ... الخ)

أخطاء الجيوتكنيكية خلال فترة التنفيذ : مثل تعرض تربة الأساسات لزيادة أو نقص بالرطوبة أو المواد الكيماوية ...الخ .

التحرى فى مرحلة الاستثمار

قد لا يكون هناك خطأ فى تصميم المنشأة أو فى تنفيذها عندها يجب التفتيش عن أخطاء محتملة فى مرحلة استثمارها أدت تصدعها . ونذكر من هذه الأخطاء على سبيل المثال :

- أخطاء يرتكبها المستثمر بتحميل حمولات جديدة على المنشأة أو على جزء منها (بناء ملحق – تحويل جزء من المنشأة كمستودع مواد ثقيلة – وضع حمولات جديدة بجوار المبنى : الشكل ١٢٠).
- أخطاء ترتكبها الجهة الحكومية المسئولة :
  - إعطاء ترخيص بما جاء أعلاه من أخطاء ارتكبها أو سيرتكبها المستثمر .
  - السماح بإجراء حفريات عميقة (فى الشوارع أو المقاسم المجاورة) تمس تربة أساسات المبنى القائم دون اتخاذ الاحتياطات اللازمة الشكل ٢١)
  - السماح بإنشاء مبنى عال ملاصق دون أخذ الاحتياطات اللازمة لما قد يصيب مبانى الجوار من ضرر الشكل ٢٢).
  - السماح بدق أوتاد لأساسات مبنى مجاور ، مما يعرض المنشأة للاهتزازات (الشكل ٢٣)

- عدم تحديد الشوارع المسموح للآليات الثقيلة للمرور فيها ، حيث أن ذبك يؤدى إلى تصدع المبانى وتصدع الشبكات (الشكل ٢٣ – ب)
- الترخيص لمهن تستعمل آلات تصدر اهتزازات حادة دون أن تحقق الشروط : (فى المبنى – فى التربة عدم انتقال الاهتزاز إلى الجوار) (الشكل ٢٣ – جـ)

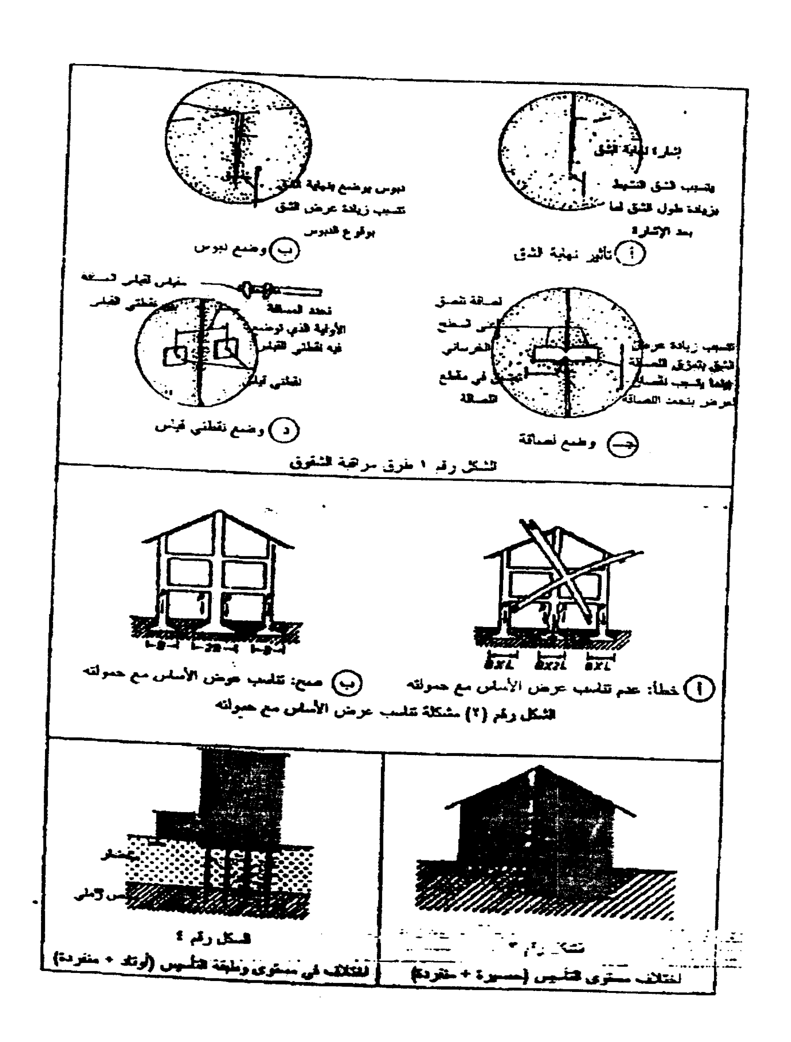
• تغير غير متوقع فى منسوب المياه الجوفية (جفاف – فيضان)

• تغير رطوبة تربة بعض الأساسات وخاصة منها :

– فى حال وجود مياه جوفية (ضخ الماء من بئر مجاور أو تسربه من حفرة مجاورة) الشكل ٢٤)

– فى حال عدم وجود مياه جوفية :

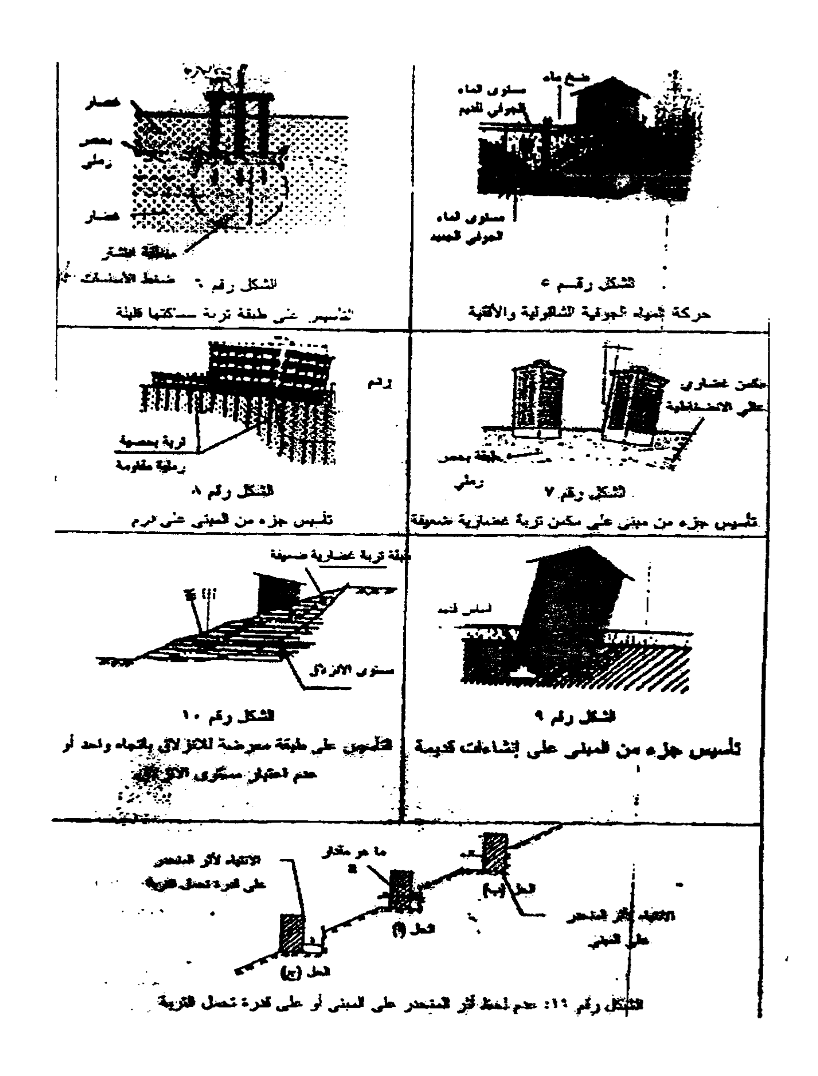
- تقلص التربة : بسبب حرارة الشمس أو أى مصدر حرارى آخر (الشكل ٢٥ – أ)
- انتفاخ التربة : بسبب المطر أو تسرب الماء (الشكل ٢٥ – ب)
- تقلص وانتفاخ التربة : بسبب زرع الأشجار بجوار الأساسات (الشكل ٢٥ – جـ)



الشكل رقم ١ طرق مراقبة الشقوق

الشكل رقم (٢) مشكلة تناسب عرض الأساس مع حمولته

الشكل رقم ٤



الشكل رقم ٥
حركة المياه الجوفية الشاقولية والأفقية

الشكل رقم ٦
التأسيس على طبقة تربة سماكتها قليلة

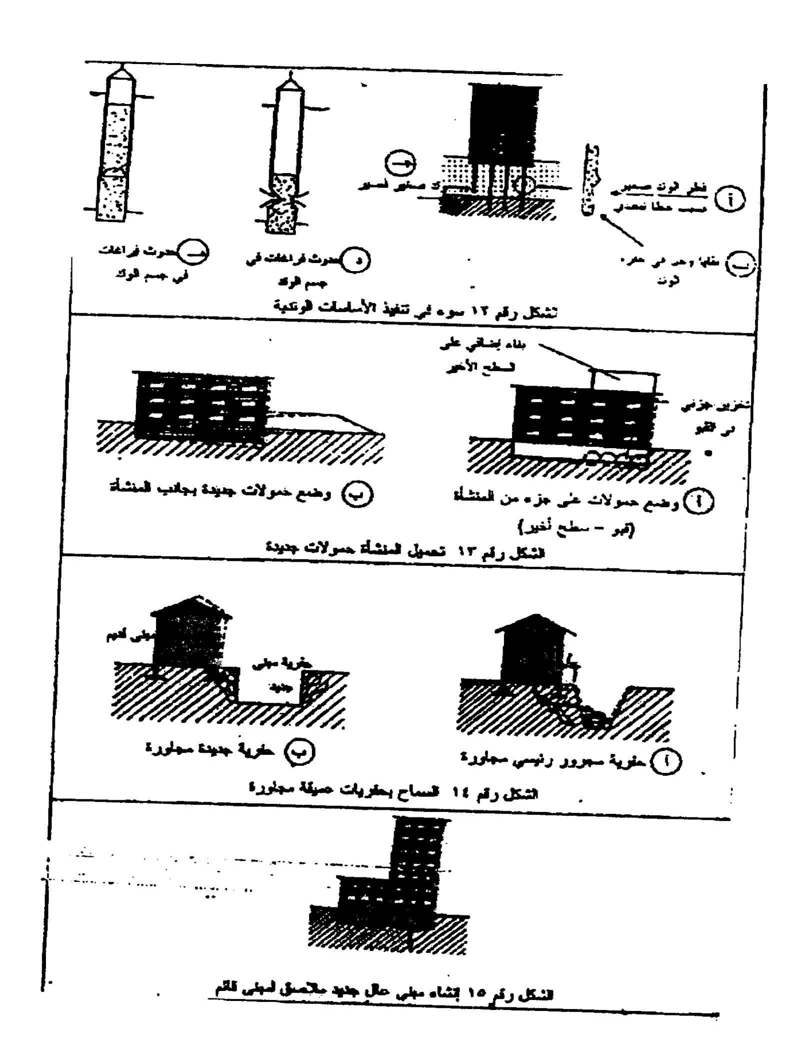
الشكل رقم ٧
تأسيس جزء من مبنى على مكمن تربة غضارية ضعيفة

الشكل رقم ٨
تأسيس جزء من المبنى على ردم

الشكل رقم ٩
تأسيس جزء من المبنى على إنشاءات قديمة

الشكل رقم ١٠
التأسيس على طبقة معرضة للانزلاق باتجاه واحد أو عدم اعتبار مستوى الانزلاق

الشكل رقم ١١: عدم لحظ أثر المنحدر على المبنى أو على قدرة تحمل التربة

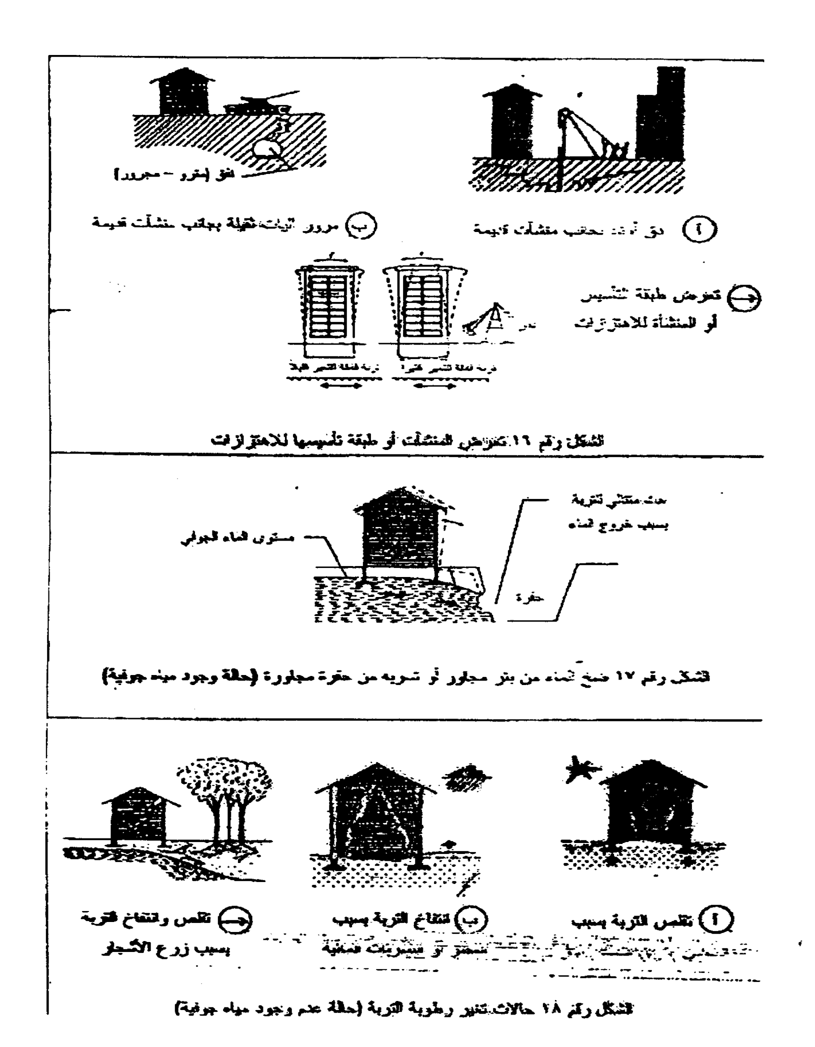


الشكل رقم ١٢ سوء في تنفيذ الأساسات الوتدية

الشكل رقم ١٣ تحميل المنشأة حمولات جديدة

الشكل رقم ١٤ السماح بحفريات عميقة مجاورة

الشكل رقم ١٥ إنشاء مبنى عال جديد ملاصق لمبنى قائم



الشكل رقم ١٦ تعرض المنشآت أو طبقة تأسيسها للاهتزازات

الشكل رقم ١٧ ضخ الماء من بئر مجاور أو تسربه من حفرة مجاورة (حالة وجود مياه جوفية)

الشكل رقم ١٨ حالات تغير رطوبة التربة (حالة عدم وجود مياه جوفية)

التحرى عن الكوارث الطبيعية المسببة لتتصدع :

قد يكون تصدع المنشأة نتيجة لتعرضها لكارثة طبيعية ، ونذكر منها على سبيل المثال : الزلازل — الفيضانات — العواصف — الحرائق .

التحرى عن أسباب أخرى للتصدع :

قد لا تكون الأسباب المذكورة أعلاه هى المسببة لحدوث التصدع ، فعندها لابد من التفتيش عن أسباب أخرى أدت إلى التصدع ، نذكر من هذه الأسباب على سبيل المثال : الاهتراء مع الزمن — التعب .

أنواع أسباب التصدع :

بناءا على ما تقدم يمكن تقسيم أسباب التصدع من وجهة نظر تأثير فعلها إلى نوعين :

النوع الأول : أسباب أحدثت تصدعا فى المنشأة وانتهى فعلها بدرجة معينة . كما قد يزداد حجم هذه التصدعات لأسباب عديدة أهمها الاستثمار .

النوع الثانى : أسباب للتصدع لم ينتهى فعلها بل هى مستمرة مع الزمن وتزيد فى حجم تصدع المنشأة (بالإضافة لما يحدثه الاستثمار وغيره) لذلك فهى تحتاج إلى نزع استمرار تأثيرها .

المراقبة المساحية لانتقالات وتشوهات المبانى المتصدعة :

تحديد المنطلقات الأساسية لأعمال المراقبة المساحية :

- هدف الأعمال
- الاتجاهات المطلوب قياس الانتقالات وفقها .

- العناصر المطلوب مراقبتها
- مواعيد القياسات الدورية
- جملة النقاط المرجعية يجب أن لا يقل عددها عن أربعة وأن تكون محمية ومستقرة.
- مواعيد تقديم تقارير المراقبة

تحديد سوية دقة مراقبة الانتقالات والتشوهات والأجهزة اللازمة :

في جميع الأعمال يجب أن تتبع الطرائق المساحية الدقيقة في قياس الانتقالات ويتم اختيار الأسلوب والتجهيزات المناسبة بحيث تؤمن حدود الدقة والموثوقية المطلوبتين .

توصيات لتنفيذ أعمال المراقبة المساحية :

- لا يجوز أن تقل نسبة القياسات الفائضة إلى العدد اللازم والكافي من القياسات عن ٣٠ بالمئة .
- لا يجوز استخدام الطرائق الحسابية التقريبية أو الغرافية (الترسيمية) في معالجة النتائج .
- يعتمد مبدأ المربعات الصغرى في تعديل النتائج ويمكن اعتماد طرائق إحصائية أخرى في ذلك ، إن كان لها ما يبرزها .
- لا يجوز معالجة نتائج الأرصاد وحساب الانتقالات إلا بعد التأكد من خلوها من الأغلاط والأخطاء النظامية .
- عند التأكد من وجود أخطاء نظامية أو أغلاط تستوجب إعادة الرصد يجب مراعاة انتقال النقاط المرصودة ما بين لحظة القياس الأصلي ولحظة

الإعادة . وإذا كانت تلك الانتقالات غير مهملة يجب إعادة كل القياسات وعدم الاكتفاء بتصحيح موضعيا .

- يتم تعديل الأرصاد وحساب الانتقالات على مرحلتين:

– التعديل الأولى من اعتماد الحد الأدنى اللازم من النقاط المرجعية (نقطة واحدة للشبكات الارتفاعية ونقطتين للشبكات الافقية) وتحسب بنتيجة هذا التعديل فروق انتقالات النقاط المرجعية جميعها .

التعديل النهائى مع تبنى مرجع الاستناد الذى حدد فى التعديل الأولى .

- يجوز للمهندس المساحة القائم على أعمال المراقبة إدخال التعديلات التى يراها ضرورية على برنامج المراقبة ، على أن تبريرا فنيا لهذه التعديلات يعلم به الاختصاصات الأخرى .

محتويات التقرير النهائى لأعمال المراقبة المساحية :

- هدف المراقبة ويحدد من قبل الاختصاصات المختلفة.
- نتائج القياسات الحقلية وتصنيفها.
- البرنامج الزمنى للقياسات الدورية والمعتمد من قبل جميع الاختصاصات.
- تدقيق النتائج الحقلية
- وصف توضع النقاط الموصودة على المنشأة المتصدعة أو على العناصر المطلوب مراقبتها.
- المعالجة الأولية للنتائج وتحديد مرجع الاستناد .
- وصف توضع النقاط المرجعية .
- المعالجة النهائية وتعديل الأرصاد وحساب قيم الانتقالات .
- طريقة تثبيت النقاط المرجعية.

- التمثيل العددى أو البيانى أو التحليلى لتشوهات المنشأة .
- وصف جملة الإحداثيات المتبناة والمحاور التى حدث الانتقالات وفقها .
- تقييم دقة النتائج .
- شرح طريقة القياس.
- تقرير وصفى للمنشأة والظروف التى تمت خلالها عملية المراقبة .

تقييم متانة المنشأة المتصدعة على ضوء ملاحظة علامات التصدع.

المرحلة الأولى : تدرس علامات التصدع من قبل جهة خبيرة متخصصة ويخذ القرار المناسب حول إمكانية الاستمرار فى استخدام المنشأة المتصدعة بشكل اعتيادى أو تقييد شروط استثمارها ، أو إخلائها إن لـــزم ، أو العمـــل علـــى تدعيمها بشكل مؤقت .

المرحلة الثانية : يتوجب عند تقييم متانة المنشأة المتصدعة وتحديد درجة الأمان الفعالية اتخاذ القرار النهائى حـــول حاجتـــها إلى التـــدعيم ، وتحديـــد الإصلاحات الواجبة لمعالجة التصدعات .

تقييم متانة المنشأة المتصدعة على ضوء تقييم المتانة الفعلية لعناصرها الإنشائية :

- التجارب الحقلية :

- المطرقة الخرسانية.
- تجربة التحميل : وتجرى للعناصر الإنشائية المعرضة للانحناء والمشـــكوك بأمرها (بلاطات — كمرات)
- النبضات فوق الصوتية

– التجارب المخبرية : وتتم بأخذ عينات من العناصر الإنشائية المشكوك بأمرها واختبارها لتحديد مقاومتها الفعلية . بعد الحصول على نتائج الاختبار ومقارنتها مع المقاومة التصميمية يمكن قبول نسب معينة لنقص المقاومات ، ولكن قبول المقاومة التي تقل عن حد النقص هذا ، وبالتالي فإن العناصر الإنشائية العائدة لها تحتاج تدعيم ، وفيما يلي نذكر – للاستئناس – نسب تنقص المقاومات المسموح بها.

– عناصر خاضعة للضغط (أعمدة – جدران) بحدود ١٢ %

– عناصر خاضعة لشد (كمرات – بلاطات) بحدود ٢٢%

وهنا يجب أن نؤكد نتائج التجارب بأنواعها والإرشادات الفنية هي للاستئناس وليست ملزمة للجنة الفنية التي لها وحدها القرار وعلى مسؤوليتها .

تقييم متانة المنشأة ودرجة الأمان الفعلية :

يتم القيام بهذا العمل بعد الإطلاع على ما تم تحقيقه من دراسات وتحاليل : ملاحظة علامات التصدع – تقييم المتانة الفعلية – دراسة التصدع – نتائج أعمال المراقبة المساحية .

وفى جميع الأحوال تعد مسألة تقييم متانة المنشأة معضلة إنشائية تتطلب درجة عالية من الخبرة والحدس الهندسى السليم ، ولا يمكن معالجتها بالتحقق الحسابى فقط ، وإنما يتوجب أن يعتمد القرار المتخذ على تفهم عميق لطبيعة المنشأة تبعا لدرجة أهمية وخطورة تصدعها ففى حالات كثيرة لا تعد أغلب التشققات الناتجة عن الأفعال (خاصة فى المقاطع غير الحرجة) خطرة ، إنما يتوجب إصلاحها ومنع حدوثها مرة ثانية . بينما تعد التشققات الحاصلة عن التشظى (التكسر) (فى الأعمدة أو الكمرات فى قطاعاتها الحرجة) خطرة جدا

ويتوجب اتخاذ القرار المناسب بالسرعة القصوى لأن هذه التشققات تمثل حالة حد الانهيار لهذه العناصر .

تنتهى أعمال تقييم متانة المنشأة المتصدعة ودرجة أمانها الفعلية بتقرير فنى نهائى يحوى :

- معاينة ومراقبة التصدعات .
- قياسات المتانة الفعلية لعناصر المنشأة الإنشائية .
- التحرى عن أسباب التشوه والتصدع .
- المراقبة المساحية لانتقالات وتشوهات المنشأة المتصدعة .
- النتيجة : تقييم متانة المنشأة المتصدعة ودرجة الفعلية .

الصلبات

الحوائط الحاملة :

تستعمل الصلبات لسند أو حمل المباني المعطوبة التي يخشى أن تتداعى وتسقط فيصير صلبها مؤقتا لمنع هذا الضرر حتى تدعم أو تعمل لها الترميمات الضرورية وقد تستعمل الصلبات أحيانا لإعفاء الحائط وضعه الأساسى إذا ظهر فيه أى خلل قبل استفحاله وحيث أن الحوائط المطلوبة تكون متأثرة بالقوى الرأسية والأفقية والمائلة ورفض السقوف فيجب معرفة القوى التي تحدث أكبر خلالا ، وهى (رفص السقوف) حتى يمكن انتخاب قطاعات الأخشاب اللازمة للصلب حفاظا للتوازن وتنقسم الصلبات من حيث الغرض المستعملة لأجله إلى الأقسام الثلاثة التالية :

١ – الصلبة المائلة

٢ – الصلبة الأفقية ، المصطلح على تسميتها (الطيارى) أو (المعلقة)

٣ – الصلبة الرأسية

- **الصلبة المائلة :**

تستعمل الصلبات المائلة لصلب الحوائط التي يحدث بها تصدع أو انبعاج ناتج عن الهبوط غير المتساوى تحت الأساسات أو من تأثير ضغط أحمال السقوف على الحوائط وهو تأثير غير محورى وتتكون الصلبة من عرق مائل أو أكثر توضع مائلة بحيث ترتكز نهاياتها العليا على الحائط المعطوب وترتكز نهاياتها السفلى على الأرضى بعيدا عن الحائط وتثبت هذه العروق وتوطن لتكون مجموعة مركبة كأنها وحدة واحدة وتنتخب عروق الصلبة إما من الخشب العزيزى أو من خشب الصنوبر الأصفر أو الأحمر وتعمل الصلبة المائلة إذا كان هناك متسع أمام الحائط

المتصدع يسمح بعملها بحيث لا يكون عائقا لحركة المرور فى الطريق أو فى غيره وكذلك عدد العروق المطلوبة كما يحدد عدد الصلبات التى تركب متجاورة بالنسبة لطول الحائط ومبين (بشكل ٢٦) رسوم ثلاث صلبات مائلة تختلف كل منها عن الأخرى بالنسبة لعدد الموائل المستعملة تبعا لارتفاع الحائط كما يبين (شكل ٢٧) رسومات لأنواع أخرى من الصلبات المائلة تستعمل منها الصلبة فى (أ) فى حالة المبانى القصيرة وإذا زاد الارتفاع قليلا فتستعمل الصلبة (ب) أما الصلبة (جـ) فتستعمل إذا كانت الحوائط ذات ارتفاع أكبر من السابقة وتستعمل الصلبة (د) ذات الارتفاع الأكبر خصوصا عندما يتعذر الحصول على الأخشاب المطلوبة حيث يقتصد فيها فى المرتكز على الأرض ويمكن للبناء معرفة قطاع العرق المائل فى الصلبة بإحدى الطريقتين الآتى بيانهما وتؤديان إلى نتيجة واحدة :

١ – الطريقة الأولى :

يقسم ارتفاع الحائط مقاسا بالأقدام على العدد (٥) فيكون الناتج طول ضلع المربع الذى له مساحة العرق المائل بالصلبة بالبوصات فمثلا إذا كان ارتفاع الحائط ٤٠ قدما فيكون ضلع العرق المائل = ٤٠ ÷ ٥ = ٨ بوصات .

٢ – الطريقة الثانية :

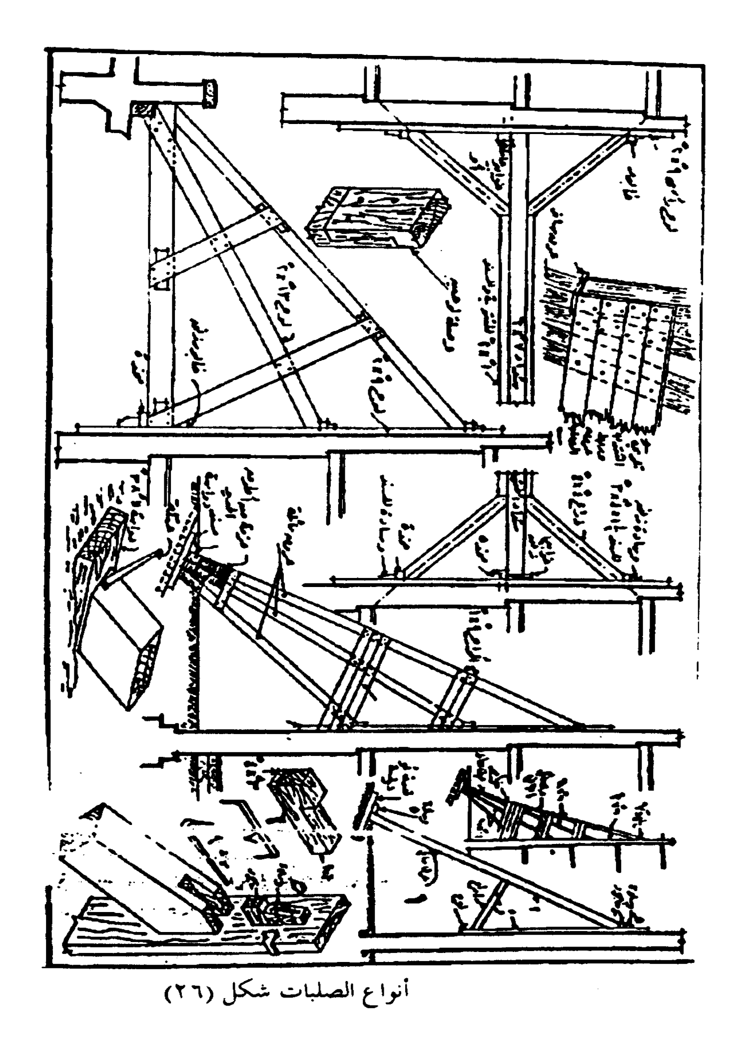
يقسم ارتفاع الحائط المقاس بالأمتار على العدد (٠,٦) فيكون الناتج عبارة عن طول ضلع قطاع مائل الصلبة بالسنتيمترات ، فإذا كان ارتفاع الحائط ١٢ مترا فيكون طول ضلع مربع قطاع المائل ١٢ ÷ ٠,٦ = ٢سم

ومن المستحسن أن تكون زاوية ميل عرق الصلبة محصورة بين ٦٥ درجة و٧٥,٠ درجة وتتغير هذه الزاوية تبعا لاتساع رصيف الطريق إلى كان الحائط المختل على الطريق العام أو تكون ٤٠ درجة إذا لم يكن مطلا على

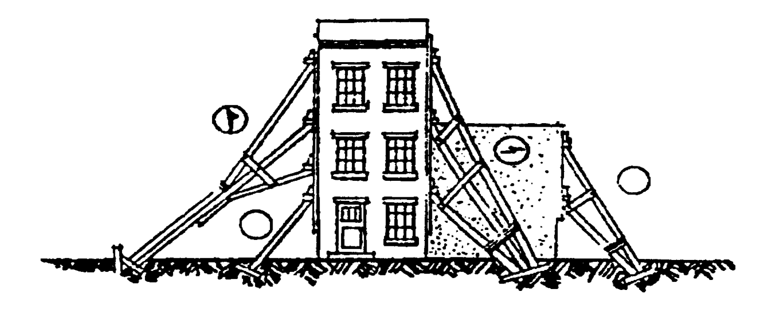
الطريق فإذا كانت الصلبة ذات ميل واحد فيحسن أن تكون زاوية ميلـه علـى الأفقى ٦٠ درجة ، إذا كانت تطل على طريق مطروق فيحسن أن تثبت النهاية السفلى للمائل (كعبة) عند طروفيه الرصيف ، وإذا لم يسمح عرض الرصيف وجب استئذان السلطات ذات الشأن (كالبلدية أو المجلس المحلـى مـثلا) ف إشغال الجزء اللازم من عرض الطريق بالصلبة المطلوبة .

وتعمل الصلبات من مجموعات متكررة بطول الحائط المتصدع وتتراوح المسافة بين بعضها البعض من مترين إلى ٤,٥ أمتار وتتكئ رؤوس موائل الصلبة عند سندها على الحائط على لوح من الخشب السويد أو ما شابه يوضع رأسيا وملاصقا للحائط ويسمى أحيانا بالوسادة الرأسية ويتراوح عرض هذا اللوح بين ٧ بوصات و ١١ بوصة كما يتراوح سمكه بين ١,٥ بوصة ، و ٢,٥ بوصة تبعا لطوله وارتفاع الصلبة فيكبر السمك تبعا لارتفاع الصلبة أى ارتفـاع الحـائط المطلوب صلبها .

ويسمر هذه اللوح فى الحائط بمسامير ذات رؤوس زاوية ومبططة كما هو مبين بالتفصيل شكل ٢٦ ويحسن أن يكون اللوح قطعة واحدة وإذا تعذر هذا فلا مانع من أن تعمل به وصلة استطالة أو أكثر مع تسـمير طـرفى اللـوحين بعضهما ببعض وقد أصطلح على أن يكون مائل الصلبة من مقاس أقلـه ٦ ×٩ بوصات وأكبره لارتفاع الحائط كما سبق توضيحه بالرسم ١ ، ٢ ، ٣ شكل ٤ وبالرسم أ ، ب ، جـ ، د (شكل ٢٧)



أنواع الصلبات شكل (٢٦)



تخطيط لأنواع الصلبات المائلة شكل رقم (٢٧)

ومن الرسومات السابق ذكرها يتضح ترتيب صلبة الطابق والطـــابقين والثلاثة والأربعة ويلاحظ أن موائل الصلبة عندما تستند أو تتكئ على اللـــوح الرئيسى الملاصق للحائط والمسمر فيها فإن نهاياتها العليا (رءوسها) تمنع من أن تتزلق عليه بواسطة دكم من الخشب على شكل خابور مربع له رأس ولسان كما هو مبين بالرسمين ٦,٥ بالشكل بأن يدخل لسان الخابور (ح) فى نقر معدلة فى اللوح الرأسى (د) المبين بالرسم أو يكون مقاس لسان الخابور ٣×٤ مخلق ٤×٤ أو كما فى التفصيلة رقم ٦ يكون اللسان ٣×٣ مخلق خابور ٣×٤ وبعد إدخال لسان الخابور يثبت ويسند بوسادة أو مخدة أو مسندة خشبية مشطوفة تســتمر أعلاه فى اللوح الرأسى الملاصق للحائط كما هو مــبين فى التفصــيلة رقــم ٥ وكذلك بالمنظور المفرد المبين (بشكل ٢٧) ثم يعمل خدش بــرأس مائــل الصلبة كما فى التفصيلة رقم ٥ وكما (بشكل ٢٧) وهذا الخدش يختص الخابور المشار إليه آنفا وتعمل هذه التجميعية عند الحائط مقابل خط تأثير التدافعات من السقوف الموضح برسم القطاع الرأسى للحائط والسقوف على يمين (بشـــكل

١١٢) ولزيادة التوطين ينقر للسان الخابور فى الحائط أيضا ليشحط فيهـــا وإذا تعـــددت الموائـــل فى الصـــلبة الواحـــدة وجـــب ربطهـــا مـــن أســـفل (٩×١ =) بأحزمة من حديد الأطواق بتسمير الكانات بالقرب من ارتكاز كل منها على الحائط كما هو مبين فى الرسم ٢ ،٣ (بشكل ٢٦) وفى ب ، حـــ (بشكل ٢٧) وفى الرسم المنظورى (بشكل ٢٦) وتستريح رجـــل الفخـــذ المائل أى الرأس السفلى للمائل على لوح سميك من الخشب يدفن فى الأرض قليلا ويوضح مائلا خفيفا بحيث لا يكون عموديا على اتجاه الفخذ المائـــل ويســـند بالوسادة أو المسند (هـــ) ويسمى هذا اللوح القدمة أو الدواسة كما هو مبين فى رسم ١ (بشكل ٢٧) والرسم ب شكل ٥ والرسوم والأشكال الأخـــرى ، ويتراوح مقاس قطاعها بين ٩×٤ و ١١×٣ بوصات وفى الصلبة البسيطة المبينة بالرسم ١ شكل ٤ يستعمل الدراع لسند العرق المائل ليمنعه من التقوس أو يعتبر هذا بديلا لهذه الشكالات التى تسمر علـــى الموائـــل فى الصـــلبات المســـتعملة للارتفاعات الكبيرة وفيما يلى شرح تركيب الصلبات المستعملة لحـــوائط ذات ارتفاعات مختلفة .

(أ) صلبة لحائط ذى طابق واحد :

تعتبر هذه الصلبة أبسط أنواع الصلبات المائلة وتتركب كما هو مـــبين بالرسم ١ شكل (٢٦) من المائل فيرتكز (رأس العرق) العلوى علـــى اللـــوح الرأسى الملاصق للحائط بحيث يسندها الخابور (حـــ) الذى يشحط فى اللـــوح الرأسى وفى الحائط بعد تجهيز النقر اللازم له فيها ، وتسمر الوسادة أو المســـند (هـــ) فى اللوح الرأسى فوق الخابور لزنقه فوق رأس العرق المائل وتتكئ النهاية السفلى للعرق على القدمة أو الدواسة (ب) مع تسمير الوسادة أو المخدة (هـــ) السفلى لعدم انزلاق مائل الصلبة .

(ب) صلبة لحائط مبنى ذى طابقين :

تخطيط هذه الصلبة مبين بالرسم (ب) شكل (٢٧) ويلاحظ فيه أنهما ذات مائلين يرتكز كل منهما على اللوح الرأسى الملاصق للحائط عند نقطة تأثير التدافعات كما يرى فيه أن المائلين مسمران بالشكالات ومربوطان بحديد الأطواق ومرتزان على الدواسة .

(جـ) صلبة لحائط مبنى ذى ثلاثة طوابق :

هذه الصلبة مبينة بالرسم رقم (٢) بشكل (١١٠) وبالرسم (جـ) بشكل (١١٢) وأجزاؤها مبينة تفصيلا بالرسوم التى بشكل ( ) وتتكون من ثلاثة موائل على كل منها أن يقاوم تأثير التدافعات الناتجة عن ثقل السقف وما عليه من الأحمال المتحركة على الحائط المتصدع ومبين بالشكل :

رسم قطاع رأسى فى الحائط مبين به سقوف الطوابق ومحاور العروق المائلة لمقاومة التدافعات وكذلك مواضع الخوابير والمخدات التى تزنق رؤوس عروق الصلبة ، مع ملاحظة وضع اللوح الرأسى ملاصقا للحائط الذى ينقر فيه بالقدر الذى يسمح بدخول لسان . خابور توطين رأس المائل ويدخل هذا الخابور فى الحائط أيضا كما يظهر فيه أن النهايات السفلى لعروق الصلبة ترتكز على دواسة خشبية مدفونة قليلا فى الأرض لتوطينها وعدم تقلقها وتثبت هذه النهايات مع الدواسة بالمسامير ذات الشوكتين من كل من الجانبين وموضح فيما يلى فائدة كل عضو من أعضاء الصلبة .

١ - تنحصر فائدة اللوح الرأسى أو الوسادة الرأسية فيما يلى :

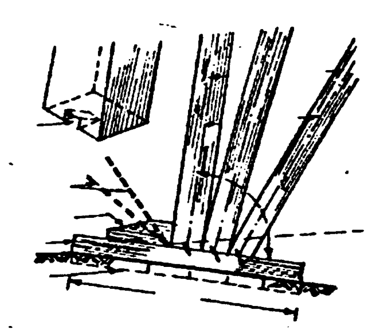
(أ) يكون اللوح كوسادة ترتكز وتستريح عليها رؤوس عروق الصلبة ويعمل على توزيع الدفع على مساحة كبيرة من الحائط .

(ب) ربط رؤوس عروق الصلبة .

٢- ويعمل (الخابور) على مقاومة تأثير دفع رأس عرق الصلبة ومنعه من الانزلاق وفى نفس الوقت ينقل الدفع من العرق إلى اللــوح الرأســى ثم إلى الحائط .

٣- وتحل الدواسة موائل الصلبة حيث تأثير قوة الدفع عليها كما تمنعها من الانزلاق وتساعد على توزيع ضغوط الموائل على مساحة أكبر مــن الأرض كما تساعد على زنق موائل الصلبة باستعمال العتلة وضغط الرؤوس الســفلى للموائل نحو الحائط كما يتضح ذلك بالرسم رقم (٩) شكل (٢٦) .

٤- عروق الصلبة : حيث أن عروق الصلبة هى الأعضــاء الأهــم فى المجموعة فمن الضرورى تحديد مواضعها بالضبط وتتبع لذلك الطريقــة المبينــة بشكل (٢٧) فيمر محور العرق الخارجى بنقطة ارتكاز السقف فى (أ) حتى نقطة (د) على خط الأرض عند الدواسة شكل ( ) يحدد موضع الدواسة بحيث يصنع سطحها العلوى زاوية ٩ درجة مع محور هذا العرق مع التزول بالدواسة وجعلها غاطسة فى الأرض بحيث يمنع انزلاقها .



ارتكاز موائل الصلبة على الدواسة شكل رقم ٢٨

ولتحديد موضع العرق الثانى يقاس على الدواسة نصف سمكـه مـن الطرف الداخلى لكعب العرق الخارجى فيتعين موضع النقطة (هـ) وبتوصيلها بنقطة (ب) عند ارتكاز سقف الدور الأول يتعين محور العرق الثانى ، أما موضع العرق الثالث الداخلى فيحدد بقياس نصف سمكه من الكعب الداخلى للعـرق المتوسط فيتعين موضع نقطة (و) وبتوصيلها بنقطة ارتكاز سقف الدور الأرضى فى (جـ) عند نصف سمك الحائط يتعين محور العرق الثالث الداخلى وبـذلك تتعين مواضع عروق الصلبة .

تركيبة الصلبة :

أولا : بعد تعين مواضع محاور موائل الصلبة تحدد مواضع الخوابير وهى نقط تقاطع محاور الموئل مع خط وجه الحائط كما فى القطاع الرأسـى المـبين بشكل (٢٧) وبعد تعيين مواضع الخوابير تعمل الثقوب المربعة فى الحـائط مـع ملاحظة الاحتياط التام وعدم المساس بأجزاء الحائط ، ثم تجهز الألواح اللازمـة للوسادة الملاصقة للحائط ويعمل بها النقر المربع اللازم للخوابير ، والخدش مـع الشطف اللازم للمخدة كالموضح بالرسم التفصيلى ، ثم تسمر الوسادة الرأسـية على الحائط بمساميرها الخاصة ذات الرؤوس الزاوية المبططة .

ثانيا : تجهيز الخوابير من خشب بمقياس ٤×٤ وبطـول حـوالى ٤٠ سنتيمترا مع عمل الخدش اللازم لرأس الخابور ولسانه بقطع مقدار بوصة مـن الأربع بوصات فيصير سمك لسان الخابور ٣ بوصة وعرضه ٤ بوصـة ثم تـدق الخوابير فى الحائط خلال النقر المخصص لها فى اللوح الرأسى وبعد ذلك تثبيـت المخدة فى الخدش المعد لها فى اللوح الرأسى فوق النقر وتسمر فيه .

ثالثا : تجهيز رأس مائل الصلبة بقطعها بالمنشار على الزاوية المطلوبة من

جهة مخ العرق ثم يعمل الخدش اللازم لتثبيت الخـــابور المشـــحوط فى اللـــوح والحائط لمنع مائل الصلبة من القلقلة الجانبية ملاحظة ألا يقل عرض الخدش عن ٣ وهو أصغر سمك للخابور ثم يكمل قطع الرأس العليا للمائل بأن ينشر الشـــطف اللازم لارتكازها على اللوح الرأسى وتقاس زاوية الكوستلا اللازمـــة لهـــذين النشرين من الرسم الواجب تجهيزه قبل بدء العملية .

رابعا : تقطع الرأس السفلى لمائل الصلبة (كعب العرق المائـــل — أو عقبه على الأصح) بعد تحديد طول المائل بالضبط على أن يكون القطع أو النشر على الزاوية المطلوبة والتى تختلف فى كعوب العروق تبعا لاختلاف مواضـــعها ، ويصير توطين كعوب المائل فوق الدواسة التى توضع فى المكان المحدد لهـــا بـــأن يزلحق أولا كعب العرق الداخلى بالصلبة رويدا مع الزنق حتى يثبت تماما وهكذا مع الوسط من أجل إدخال سنها فيها عند عملية التوطين كما هو مبين فى شكل (٢٧) وبالرسم رقم (٩) (شكل ٢٦) ومن الملاحظ دائما أن تكون زاوية ميـــل العرق الداخلى من عروق الصلبة زاوية حادة لمنع انزلاق كعب العـــرق وبعـــد الانتهاء من عملية التوطين تدق المسامير ذات السنين المبينـــة فى شـــكل (٢٧) (شكل ٢٦) فى كل من الدواسة وكعوب الموائل (عند د ، هـــ ، و) وذلك بعد تسمير المخدة الخارجية أو المسند فوق الدواسة لتمنع العرق الخارجى مـــن الانزلاق .

خامسا : الدواسة من اللازم أن يكون عرض الدواسة مساويا لسمك عروق الصلبة حتى يمكن تسمير مسامير الشوكة فى جانب الدواسة وفى جانـــب كعوب موائل الصلبة أما إذا استعملت دواسة أعراض من سمك موائل الصـــلبة فتسمر كعوب الموائل فى الدواسة بمسامير كبيرة تدق مائلة (قره شللى) ويلاحظ فى هذه الحالة ألا يقل سمكها عن ٣ بوصة ويختلف عرضها بين ٩ و ١١ بوصة إذا

كانت الأرض لينة بحيث أن الدواسة بمفردها لا تكفى لحمل العـــروق فـــيمكن تقويتها بعمل تلويحه أسفلها من ألواح سمك ٣ بوصة متعامدة مع اتجاه الدواسة لتكون بمثابة فرشة تحتها كما هو مبين بالرسمين ٢ ، ٣ (شكل ٢٦) وشـــكل (٢٨) أو يدق رأسيا خارجا عن الدواسة عرق صغير لمنع زحزحتـــها كمـــا فى الرسم (د) (شكل ٢٧) وعلى كل حال يجب دك الأرض تحت الدواسة وإزالة الأتربة غير الجافة وعمل دكة جيدة تحتها .

سادسا : ربط موائل الصلبة :

بعد الانتهاء من تركيب موائل الصلبة ، يجب ربطها بتسمير شكالات لضمان جعل المجموعة كأنها واحدة ، وتفيد هذه الشكالات فى تقصير أطـــوال العروق بين كل منطقة والأخرى لتقليل فرصة انبعاج العرق ، ويكون الشـــكال من لوح واحد أو من ألواح متجاورة بسمك بوصة واحدة وبعرض يتراوح بين ٦ و ١١ بوصة ومن الأوفق تسميرها مع جعل الزاوية التى يصنعها الشكال مـــع العرق الخارجى للصلبة قريبة ما أمكن من ٩٠ درجة ويسمر الشكال بـــالعروق المائلة وبجانبى اللوح الرأسى الملاصق للحائط ولذلك يتحســـن والموائـــل مـــن الوجهين حتى تكون المسافات بين الشكالات الأمامية والخلفية مساوية لعـــرض اللوح الرأسى المستعمل ومن الضرورى تحزيم الموائل من جهة كعوبهـــا بحديـــد الأطواق بأن يلف عدة مرات حول الأطراف السفلى للموائل مع تسميره حتى لا تتأثر الصلبة فى هذا الجزء من حركة المرور أو الاهتزازات فى المنطقة الملاصـــقة للحائط المطلوب كما هو موضح بالرسمين ٣ (شكل ٢٦) و(شكل ٢٧) .

(د) صلبة لحائط مبنى ذى أربعة طوابق :

هذه الصلبة مبينة بالرسم رقم ٣ وبالتفصيلة ٤ (شكل ٢٦) وحيث أنه

قد يتعذر إيجاد مائل صلبة بطول يكفى لأن يصلب حائط الطابق الرابع فينتخب عرق ساند حتى قرب سقف الدور الأرضى ويوصل بعرق مائل يصعب لحائط الطابق الرابع وقد يتعذر الحصول على أطوال كبيرة كالمطلوبة للموائل سواء أكانت لطوابق ثلاثة أم لأربعة فمراعاة للاقتصاد فى الأخشاب تستعمل الطريقة المبينة بالرسم (د) (شكل ٢٦) .

مقاسات موائل الصلبة :

بخلاف ما ذكر من تطبيق العملية الحسابية البسيطة على ضلع مربع قطاع مائل الصلبة يبين الجدول التالى مقاسات القطاعات العرضية لموائل بالنسبة لارتفاع الحائط وهى مقاسات عملية :

ينتخب المائل قطاع ٥×٥ بوصة لحائط ارتفاعها بين ٦,٢ أمتار

ينتخب المائل قطاع ٦×٦ بوصة لحائط ارتفاعها ١٠,٦ أمتار

ينتخب المائل قطاع ٧×٧ بوصة لحائط ارتفاعها ١٢,١٠ أمترا

ينتخب المائل قطاع ٨×٨ بوصة لحائط ارتفاعها ١٤,١٢ أمترا

ينتخب المائل قطاع ٩×٩ بوصة لحائط ارتفاعها ١٨,١٤أمترا

الصلبة الطيارى أو الأفقية :

إذا زال مبنى يتوسط مبنيين فمن الضرورى صلب الحائطين المواجهين لبعضهما خوفا من التصدع ولانهيار وخصوصا عندما تظهر على أحدهما أو كليهما آثار تفصح عن هذا ، والصلبة عندما تصلح فى مثل هذه الحالة هى الصلبة الأفقية أى المعلقة وهى المعروفة (بالصلبة الطيارى) كما أنها تصلح إذا كان عرض الطريق هو الفاصل بين مبنيين متصدعيين أو بين مبنى متصدع وآخر سليم سواء كانا ذوى ارتفاع واحد أو كان أحدهما أعلى من الآخر وتصلح

كذلك عندما تكون المسافة بين المبنيين ضيقة بصرف النظر عن كونه طريقا وعلى العموم فإنها تصلح فيما لا يصلح له الصلبة المائلة ، والعضو الرئيسى فى الصلبة الطيارى هو (الشداد) الأفقى المعلق ولا يوجد عضو يرتكز على الأرض ولهذا لا تعوق حركة المرور فى الطريق الذى تنصب فوقه ومبين بالرسم رقم ١٠ شكل ٢٦) صلبة من هذا النوع بجميع أعضائها ويرى فيه أن الشداد الرئيسى يزنق تماما بين اللوحين الرئيسيين الملاصقين للحائطين المتواجهين ويتكئ على سطحه العلوى والسفلى من كلتا جهتيه ذراعان بزاوية ٤٥ درجة ويعمل كل منهما كأحد عروق الصلبة المائلة حيث يزنق الطرف الثانى لكل منهما على اللوح الرأسى الملاصق للحائط بالخابور الداخل فى اللوح الرأسى والحائط والمخدة التى تزنق وتسند هذا الخابور ويزنق الطرف المتكئ على سطح الشداد (مساعد) من أعلى إلى أسفل الشداد الرئيسى بين طرفى كل ذراعين متواجهين أى أن طرف الذراع الأيمن وطرف الذراع الأيسر ويساعد كل من هذين الشدادين مع الشداد الرئيسى خابوران من خشب القرو مع اللوح الرئيسى الملاصق للحائط (لوح الحائط) أما طرفا الذراعين السفليين فيثبت كل منهما بمسمار شوكة ذى سنين مع الشداد الأفقى المساعد الذى يثبت أسفل الشداد الرئيسى .

تركيب الصلبة :

بعد تجهيز المخدات والخوابير وتسمير الشدادين المساعدين فى وسط سطحى الشداد الرئيسى ، ثم يرفع الشداد ويترل ليستريح طرفاه على المخدتين المثبتتين فى الحائطين المتواجهين ثم يزنق طرفاه بخابورين من القرو حتى يتم توطينه ثم يخدش فى الطرف السفلى للذراع السفلى ليركب فوق المخدة التى تركب فوق الخابور السفلى ويوطن بدق خابورين ويزنق الطرف العلوى للذراع نفسه عند

نهاية الشداد المساعد أسفل الشداد الرئيسى ويسمر طرف الذراع مع الشداد بمسمار شوكة الذراع العلوية فيتزلق طرفها العلوى على اللوح الرئيسى بالخابور المربع والمخدة ، أما طرفها السفلى فيتزنق بشحط خابور حتى تتوطن المجموعة .

توطين الصلبة :

توطن الصلبة بشحط الخوابير وزنقها بدقة وتحت مباشرة من له خبرة ويلاحظ أن تشحط الخوابير بالطرق الخفيف ، لا بالطرق العنيف ،لأن الطرق العنيف قد يحدث اهتزازا يتأثر منه الحائط المتصدع فيزيد تصدعه ، حيث أن فائدة الصلبة هى منع ما يزيد فى تصدع الحائط كما يضمن أمان الحائط وسلامته من أى خطر طارئ عند تنكسيه أو عن عمل التعديلات اللازمة فيه وبعد تركيب الصلبة يمكن إجراء أى ترميم مطلوب عمله خصوصا إذا أريد حفر أساس للمبنى الجديد المطلوب إقامته فى الفضاء بين المبنيين القائمين المركب بينهما و الصلبة أو أيد تدعيم أى أساس موجود لأحد المبنيين المطلوبين أو كليهما والصلبة الموضحة بالرسم ١٠ (شكل ٢٦) صلبة طيارى مفردة بين مبنيين ويعتبر فضاء عرضه يتراوح بين ١٢,٩ مترا وموضح المظلور ويمكن تكرار هذه الصلبة بعضها بجوار بعض حسب كبر العرض فى المبنى المطلوب صلبه وتتراوح بين كل صلبتين متجاورتين ما بين ٣ ، ٥ ، ٤ أمتر إلا إذا احتاج الأمر تقصير هذه المسافة لأقل من ثلاثة أمتار إذ قد تدعو الحاجة أيضا لعمل صلبة مائلة للحائط نفسه أو عند حائط داخلى متعامد مع الحائط المصلوب مثل الحوائط الفرعية أو القواطيع والفواصل بين الحجرات التى يخشى عليها من التصدع لاتصالها بالحائط المصلوب وذلك منعا لما عساه يحدث لها من خلل وفى حالة الصلبات المتجاورة تسمر ثلاث عوارض فوق الشدات الرئيسية أى ألواح عرضية مثل اللوح المبين (بشكل ٣١) واحد فى الوسط فوق الشداد المساعد وواحد

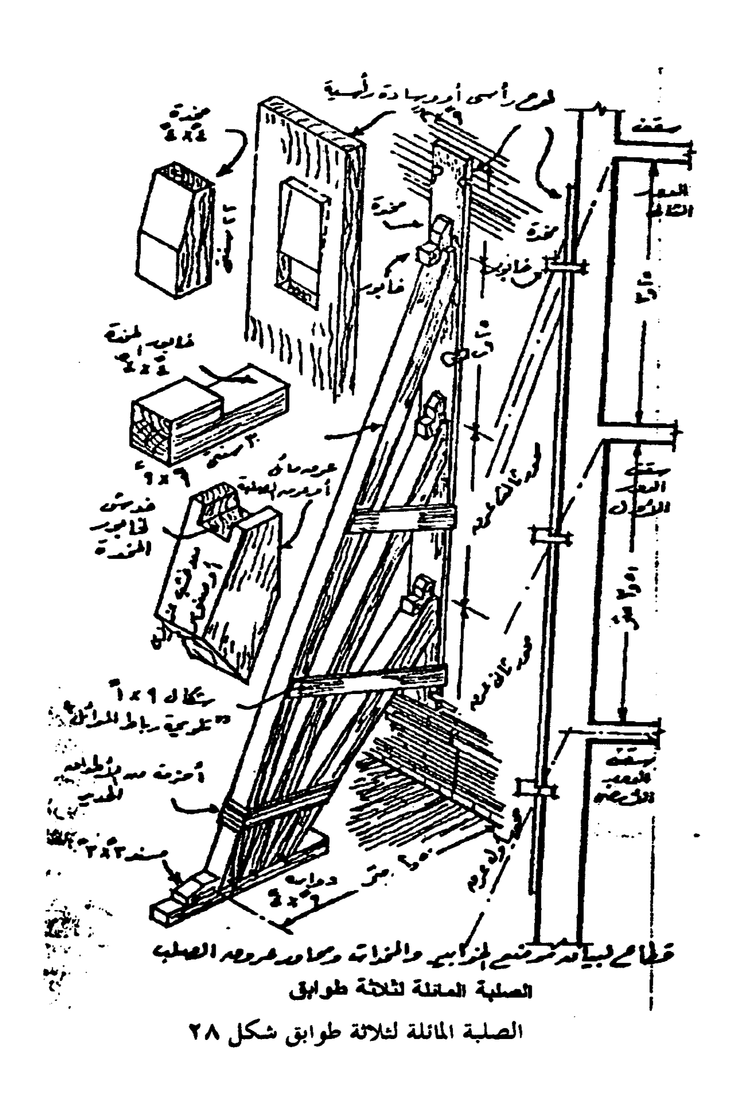
كل من الجانبين بالقرب من ارتكاز الذراع على الشداد الأصلى لزيادة الثبات فى المجموعات المتجاورة .

الخشب المستعمل :

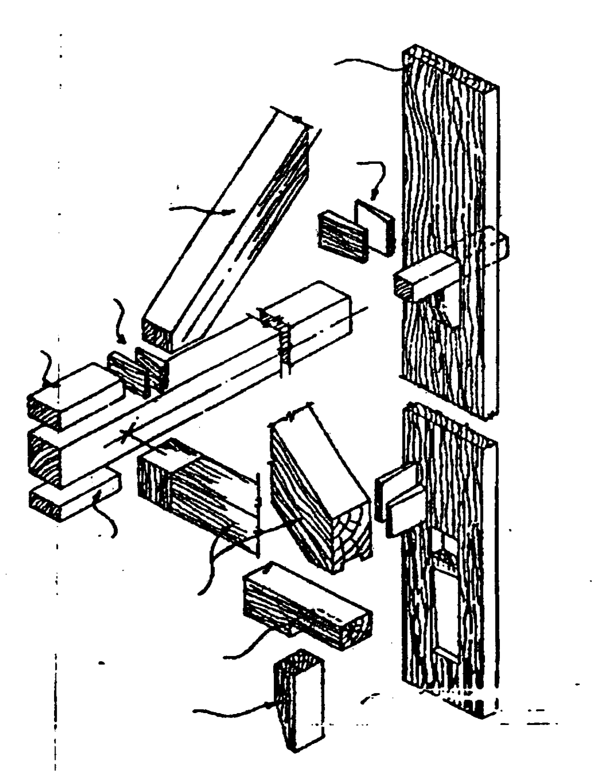
يكون الخشب المستعمل من العزيزى أو الدجلاس فيرا النيوزلاندى أو من صنوبر الشمال الأصفر أو الأحمر وارد روسيا أو النرويج ويلاحظ أن الخشب العزيزى والدجلاس غير متوفر الحصول عليهما بأطوال كبيرة أو بقطاعات مختلفة.

صلبة طيارى بين مبنيين مختلفى الارتفاع :

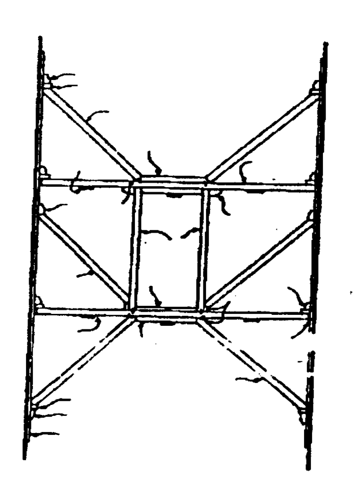
قد يحتاج الأمر أحيانا لعمل صلبات طيارى لصلب حائط فى مبنى مرتفع يقابله مبنى منخفض ولا يمكن صلبها بصلبة مائلة كالمبينة بالرسم رقم ١٢(شكل ١١٠) التى يتركز فيها الشداد من أحد طرفيه على مخدة مسمرة بطولها على دورة أو كورنيش المبنة المقابل ويستعمل فى هذه الصلبة عرقان مائلان (أو فخذان مائلان) أولهما وهو العلوى مفرد وثانيهما الذى تحته مكون لوحين سميكين وكلا المائلين مربوط مع الشداد بالشكالات اللازمة مع استعمال قطع حشو خشبية بفرق الأسماك لتسوية المجموعة واعتدال لوح الشكال ، وتربط الموائل مع الشداد بأذرع خشبية كل ذراع منها مكون من لوحين يحتضنان الموائل مع الشداد وتسمر ألواح هذه الأذرع مع الأعضاء الأخرى بحشر قطع خشبية لتتساوى الأسماك .


الصلبة المائلة لثلاثة طوابق

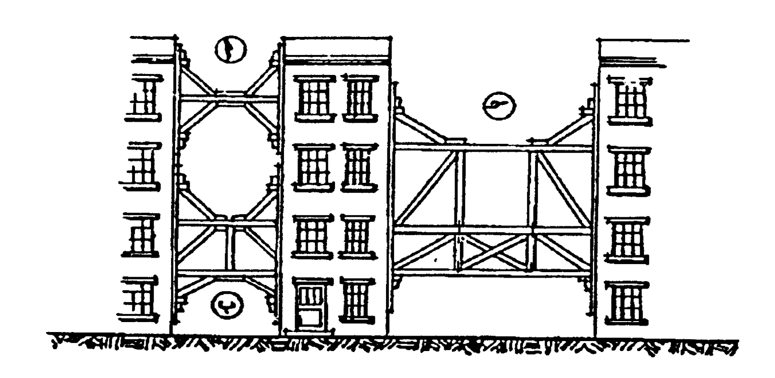
الصلبة المائلة لثلاثة طوابق شكل ٢٨



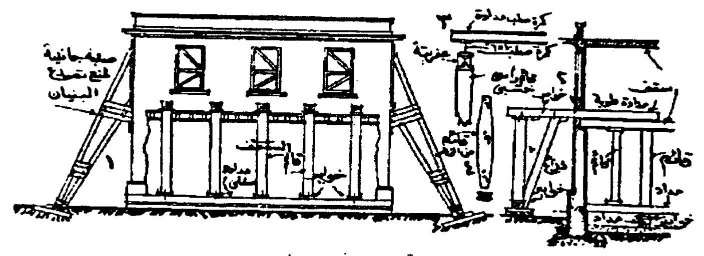
منظور تفصيلى للصلبة الطيارى كل ٣٠



الصلبة الطيارى المزدوجة شكل ٣١



شكل ٣٢



واجهة المنزل المصلوب شكل ٣٣

الصلبة الطيارى المزدوجة :

تستدعى بعض الحالات عمل صلبات طيارى بين مبنيين مرتفعين لأكثر من طابقين فوق الطابق الأرضى حيث لا تصلح الصلبة الطيارى المفردة ولذلك تستعمل الصلبة المزدوجة وموضح بشكل (٣١) طريقة إنشاء مثل هذه الصلبة المزدوجة وهى عبارة عن صلبتين مفردتين تعلو أحداهما الأخرى بعد حذف الذراعين العلويين من السفلى منهما فيكون لها شدادان رئيسيان ، ويربط الصلبتين معا قائمان (عاتقان) بوسطها يزيدان من ثبات المجموعة ويجعلاها وحدة واحدة وإذا تكررت مجموعات متجاورة تسمر على شداداتها العوارض (ع) كما هو مبين بالرسم لتكون المجموعات مرتبطة ببعضها .

الصلبات الطيارى المركبة :

إذا طلب الأمر صلبات لمبانى ذات حوائط مرتفعة لأكثر من ثلاثة طوابق فإن الصلبة المزدوجة الإشارة إليها لا تصلح فمثلا إذا فرض إزالة مبنى ضيق العرض من بين مبنيين آخرين ارتفاع كل منهما أربعة طوابق فيمكن والحالة هذه استعمال صلبة طيارى مفردة كما فى التخطيط (ب) بحيث يكون الشداد على

ارتفاع لا يعوق المرور من تحته لتشوين المواد اللازمة للتقوية والتدعيم أو البناء وإذا كان المبنى المهدوم والمزال ذا عرض وارتفاع كبير فمن الضرورى فى هذه الحالة استعمال صلبة مجمعة كالموضحة بالرسم (ح) (شكل ٣٢) مع تكسير قطاعات الشدادات الرئيسية الثلاثة ، وعلى أن تركب هذه الصلبة بحيث يرتفع الشداد السفلى ارتفاعا يكفى لتسهيل حركة التدعيم أو البنيان البناء .

الصلبة الرأسية :

تستعمل الصلبة الرأسية لتحمل الأجزاء العلوية من الحوائط بينما تزال الأجزاء السفلية منها ، إما لعمل فتحات ، أو لإصلاح الأساسات أو لعمل تنكيسات بالحيطان ، حيث يكون الغرض من حمل الأجزاء المذكورة هو التخفيف الكلى عن الحوائط وبالتالى عن الأساسات ويجب فى مثل هذه الحالة صلب جميع أسقف الأدوار (الطوابق) بالقوائم والمدادات أفقية والخوابير ، لحفظ كيان الأسقف وعدم حدوث خلل أو تصدع فى أجزائها ، فمثلا عند صلب واجهة منزل يراد عمل فتحة كبيرة لباب متجر (دكان أو محل تجارى) بطابقه الأرضى ، يجب أن تصلب سقف الطوابق بالابتداء من أسفل والارتكاز على الأرض فلا يكون هناك إذن أى تأثير على الحائط سوى ثقله فقط فى نفسها حيث أن الأسقف قد تم تحميلها وأصبحت محمولة على الصلبات ثم تفتح شنايش فى الحائط أعلى بقليل من موضع عتب الفتحة أو موضع العقد الذى شيبنى لتغطية الفتحة ، وتمرر من هذه الشنايش المدادات العلوية ، وتكون متباعدة بعضها عن بعض بمقدار يتراوح بين ١,٥ ، ٢ متر وهذا فى الحوائط المبنية بالطوب وتحمل المدادات المشار إليها على قوائم خشبية من الداخل ومن الخارج ، كما هو مبين بالرسم رقم ٢ (شكل ٣٣) وتزنق المدادات العلوية مع رءوس هذه القوائم بواسطة خوابير من خشب القرو أو البلوط ، مع ملاحظة أن ترتكز القوائم من

نهاياتها السفلى على مدادات أخرى وأحيانا تستبدل المدادات العلوية الداخلة فى الشنايش بكمرات من الحديد الصلب وتحمل الكمرات على القوائم وتستبدل الخوابير بعفريته القلاووظ وهذا النوع الموضح بالرسم أفضل من الطريقة البسيطة خصوصا فى المبانى الهامة ، وإذا استغنى عن استعمال القوائم الخشبية ، فتستعمل القوائم الجاهزة المسبوكة من حديد الزهر كالمبينة بالرسم رقم ٤ (شكل ٣٣)

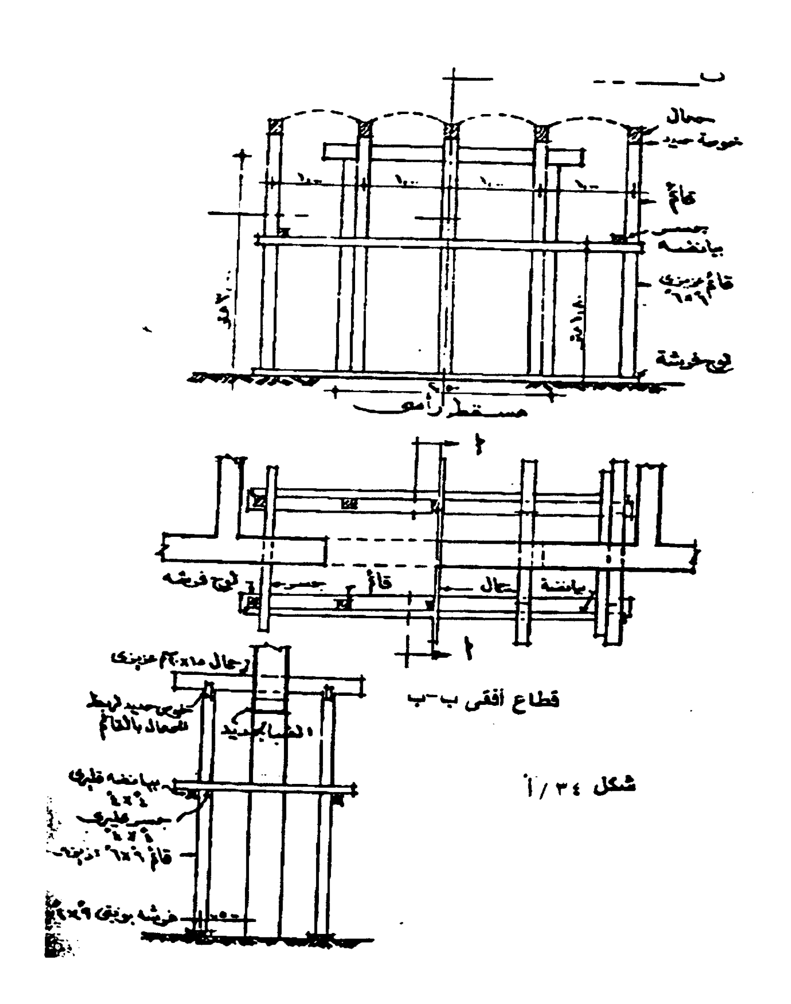
أما إذا كان الحائط قديما وبه تصدعات كبيرة فتصلب بصلبات مائلة جانبية ، وهذه الصلبات تقى الحائط من الدوران ، وعلى العموم ففى جميع عمليات الصلب يجب صلب فتحات النوافذ لمنعها من أن تختل وتتصدع وبعد الفراغ من عملية تركيب الصلبة ، يهدم ما هو مرغوب فى هدمه وسيأتى شرح باقى العملية فى أعمال التنكيس وفيما يلى مخلص العمليات التى تستعمل فيها الصلبات الرأسية وهى :

١- صلبة الحائط وما تحمله من سقوف لعمل فتحة بالحائط تزيد على متر ونصف(شكل ٣٤- أ)

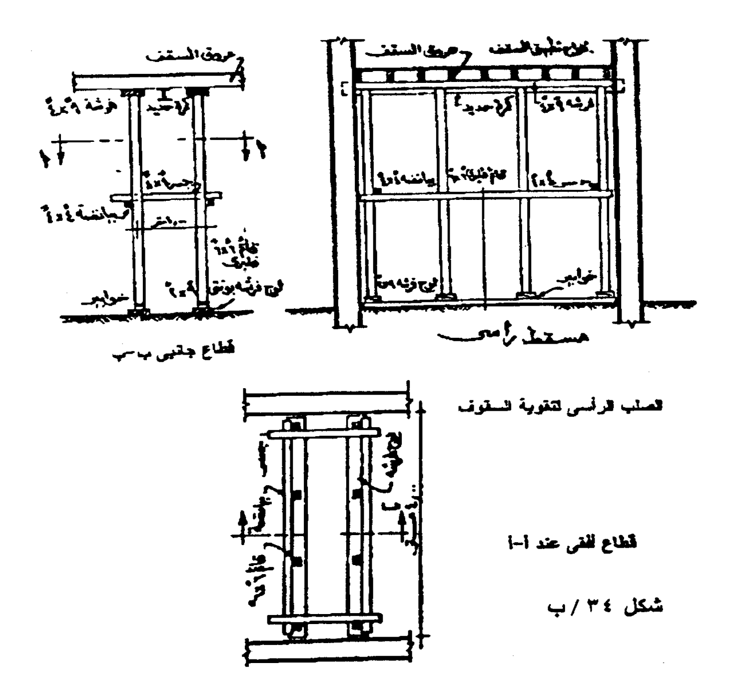
٢- صلبة رأسية لسقوف يراد تقويتها (شكل ٣٤- ب)

٣- صلبة رأسية لحائط علوية يرغب فى إزالتها وتركيب كمر يحمل الحائط (شكل ٣٤- جـ)

٤- صلبة رأسية لسقوف محمولة على حيطان مختلفة .



شكل ٣٤/أ

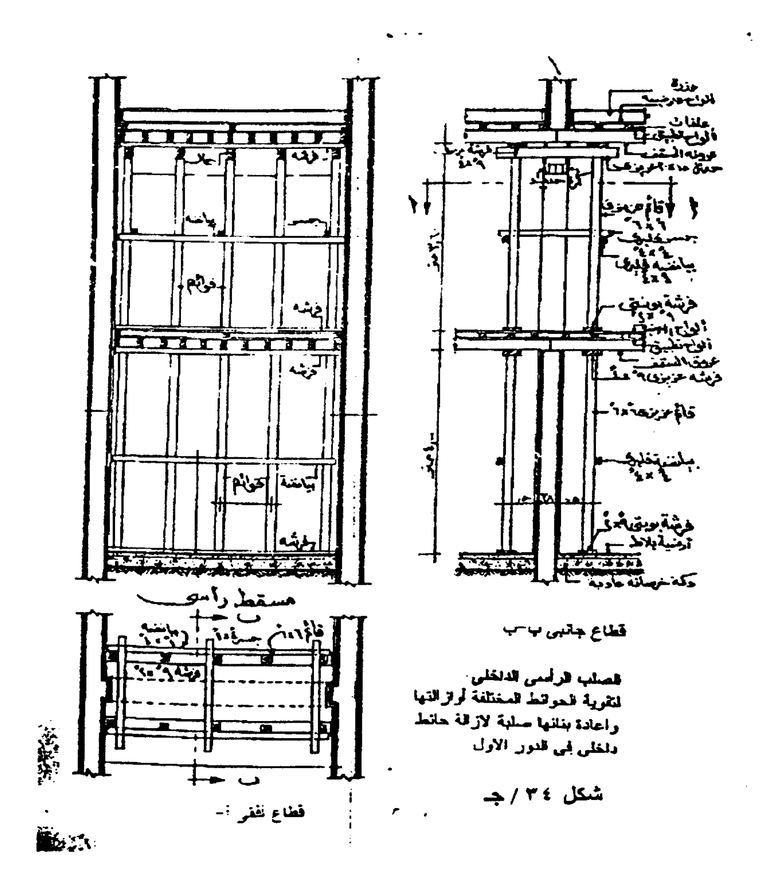


قطاع جانبى ب-ب

الصلب الرأسى لتقوية السقوف

قطاع أفقى عند أ-أ

شكل ٣٤ / ب



الصلب الرأسى الداخلى
لتقوية الحوائط المختلفة لإزالتها
واعادة بنائها صلبة لازالة حائط
داخلى فى الدور الاول

شكل ٣٤ / جـ

تنكيس الحوائط :

لتنكيس حائط يهدم جزء صغير منه ويبنى محله فى الحال ثم يهدم بجوار جزء صغير آخر ويبنى مباشرة محله أيضا وهكذا ، على أن يهدم فى كل مرة نحو نصف متر من طول الحائط للسمك فى المطلوب عمل ترميم به سواء أكان البناء بالطوب أم بالحجارة ويستحسن أن يستعمل فى التنكيس طوب من نوع جيد مبلل تماما مع استعمال مونة أسمنتية غنية باستعمال الأسمنت سريع الشك ويجب أن يترك تسنين بمبانى التنكيس لتسهيل تعشيقها مع ما يجاورها . وإذا تصدع حائط وظهر به شرخ رأسى يجب تجربته بفتح هذا الشرخ قبل عمل أى ترميم أو تدعيم للحائط ، فإما أن يلصق فوق الشرخ ورقة رقيقة أو يعمل له علامات من الجبس تعرف باسم (بقج) حيث تعمل فى جملة مواضع لتغطى البقجة الشرح وتلتصق جانبية ويكشف على البقج يوميا أى تراقب حتى إذا حصل بها كسر وظهر الشرخ بعد مدة قصيرة وجب عمل الإصلاحات الضرورية أو يهدم الحائط خوفا من انهياره إذا كان تصدعه مستمرا وسريعا وإذا تمزقت العلامات بعد وقت يظن أنه طويل ولا خوف على الحائط الذى يعرف أن به هبوطا بطيئا ويجرى ترميم وتقوية أساسه وأحسن طريقة لصيانته هى أن يقوى بكمرات من الحديد الصلب توضع أفقية على ارتفاعات مختلفة لتتماسك أجزاء الحائط بحيث لا يقل طول الكمرة الواحدة عن متر ونصف المتر ولا تقل المسافة الرأسية بين كل واحدة والأخرى عن مترين ، أى توضع قطعة من الكمرات بالقرب من كل من أرضية وسقف الطابق وإذا مر الشرخ بجلسة وعتب نافذة فتوضع قطعة الكمرة مستعرضة للشرخ أسفل الجلسة وأخرى فوق العتب وإذا كان الشرح بحائط

داخلى فيتبع مثل هذا أيضا ، أما إذا كان الشرخ فوق وسطه أو فى أى نقطة منه فتوضع الكمرة بحيث يكون الشرخ فى وسطها لعتق البناء وتخفف الضغط ويجرى بعد هذا إما تنكيس أجزاء من الحائط أو ملء الشروخ جيدا بمونة أسمنتية غنيـــة وطرية مركبة من الرمل الجيد والأسمنت سريع الشط ويدل الشرخ الرأســـى فى الحائط على انفصال أجزاء الحائط التى تكون قد فقدت تماسكها ولذلك يجـــرى صلبها وترميمها وبناء أجزاء جديدة بدل التى فقدت تماسكها علـــى أن يكـــون البناء على دفعات أى على حطات ، وأما فى حالة انفصال حائط مـــن تقـــاطع حرفى الحائطين المتعامدين عليها كما يحدث أحيانا فيجب فى مثل هذه الحالة أن يربط مع الحائط المواجه له بساق (شيخ) من الحديد بقطر عن ١,٢٥ بوصة أو بساقين بطول الساق الواحد مقلوظى الطرفين تربطهما حلبة ويكون الطـــرف الخارجى للساق مقلوظ أيضا يمرر من ثقب يعمل فى الحائط بالقرب من السقف ويربط الطرف الخارجى من الثقب بصامولة تزنق على وردة حديديـــة كـــبيرة يتراوح قطرها بين ٣٠ ، ٥٠ سنتيمتر أو تزنق الصامولة على وردة حديدية عادية تضغط على قطعة من لوح من الخشب يتراوح سمكها بين ١,٥ ، ٢ بوصـــة أو على قطعة من لوح من الصاج بسمك ٣,٨ بوصة وإما أن يكون دائريا بقطر ٧ سم أو مربعا طول ضلعه ٦٠ سنتيمتر ثم يسخن الساق من الاحمـــرار الخفيـــف فيتمدد ثم يزنق على الصواميل بإحكام ، ويترك الساق ليبرد فينكمش ، يساعد الحائط على أن يتدعم ويتكرر وضع السيقان الجديدة فى المواضـــع اللازمـــة إذا تطلب الأمر هذا وكان التريح فى الجوائط كبيرا .

(٢) التنكيس لعمل فتحات كبيرة :

بعد الفراغ من تركيب الصلبة يهدم من الحائط المقدار اللازم هدمـــه ، وتدمغ الحوائط تبنى أدمغة الفتحات المطلوبة ، أى البلسقالات أو الفتحـــات ،

لإمكان حمل العتب الخرسانى أو كمرة الحديدية أو العروق الخشبية أو العقد وبعد تغطية الفتحة بالطريقة المرغوبة يزال ما هو باق من البناء القديم بين جانبى الفتحة الجديدين ، وبعد إجراء التنكيس بأسبوع على الأقل يكون البناء المدادات الأفقية ، ثم بعد مضى يوم أو يومين تفك الصلبات النوافذ ، وبعد مضى يومين آخرين تفك الصلبات المائلة إن وجدت ، والسبب فى ترك فترة زمنية بين خطوة والأخرى هو ترك البناء به إذا لم تكن عملية التنفيذ متقنة ، ويراعى الاهتمام الزائد فى مثل هذه العملية إذا كان البناء مطلا على طريقين .

(٣) إزالة حائط متصدع داخل مبنى :

لإزالة مثل هذا الحائط يلزم حمل حافة السقف الذى تحمله على كمرة حديدية بدلا من الحائط المتصدع على أن يحمل طرفا الكمرة على الحائطين المتواجهين المتعامدين على الحائط المتصدع وبعد تحديد موضع الكمرة تحت حافة السقف يكسر الحائط من جهة واحدة فقط وبعمق يساوى نصف سمكه عند المنسوب الذى يعين الكمرة ثم توضع الكمرة فى المحل جهز لها بحديث طرفاها كما توضح سابقا ومقدار دخول طرف الكمرة هو المعروف بمقدار الركوب وتكرر مثل هذه العملية من الناحية الثانية للحائط المتصدع فى النصف الثانى من سمك هذه الحائط يحبش على الكمرتين بمونة أسمنتية ، ثم تزال الحائط المفروص إزالتها من تحت العتب الحديدى المكون من الكمرتين .

(٤) تنكيس الأساسات :

إذا وجب تقوية أساس مبنى ، يجب فى هذه الحالة صلب الحوائط بصلبات مائلة لتحفظها من الخلل والهبوط إذا ما حفر بجوار جدارها لغرض تقوية الأساس وبعد تركيب الصلبة تحفر الأرض بعرض متر وبطول نحو مترين أو أكثر حسبما يقدر وبعمق يصل إلى الأرض الصحيحة حتى ولو وصل الحفر إلى

منسوب أقل من منسوب بطنية خرسانية الأساس القديم ، ويكون هذا الإجـــراء عند كل من أساس الحوائط ثن يصمم المهندس شبكة تسليح مشبعة بالتسليحين الطولى والعرض العلوى والسفلى ثم تجهز خلطة الخرسانة من الأسمنت والرمـــل والزلط وتصب ثم تترك لتشك وبعد أسبوع فى المتوسط تفك الصلبة ولما كانت مثل هذه العمليات الصغيرة موقوتة بمدة قصيرة فإن القمط الحديدية تستعمل فى ربط المواتل والأذرع والشكالات .

حماية المبانى من الانهيارات

نشأت فى الفترة الأخيرة ظاهرة خطيرة ألا وهى ظاهرة انهيار المنشآت حديثة البناء ويترتب على هذه الانهيارات كوارث ومآسى إنسانية تتمثل فى الوفيات والإعاقة البدنية للمصابين خلال هذه الحوادث ، بالإضافة لتشرد عدد كبير من الأسر نتيجة فقدها لمساكنها ومقتنياتها هذا بالإضافة للرعب النفسى الذى يستحوذ على شاغلى المبانى الحديثة مما يخبئه لهم القدر من انهيارات قد تحدث أخطاء فى تصميم وتنفيذ هذه المبانى وهى أسباب فنية إلا أنه لا يمكن تجاهل العوامل الاجتماعية والقانونية التى أثرت فى المجتمع المصرى وأدت إلى شيوع هذه الأخطاء وما يترتب عليها من كوارث .

أسباب تصدع وانهيار المبانى :

هناك ثلاثة أسباب رئيسية تؤدى إلى تصدع المبانى وانهيارها هى:

١ - أخطاء التصميم ٢ - والتنفيذ ٣ - وسوء الاستعمال

والغريب فى الأمر أن هذه الانهيارات تحدث بالرغم من أن معظم المهندسين فى الدول النامية يقومون بعمل زيادة إضافية فى مقاسات الهيكل الخرسانى وكميات حديد التسليح تحسبا لما يتوقعه من سوء التنفيذ وبذلك تزيد عوامل الأمان عن تلك المستخدمة فى البلاد المتطورة بحوالى ٣٠ ٪ ومع كل هذه الضمانات فإن المبانى الخرسانية تتصدع وقد تنهار وهذا يدل دلالة واضحة على أن المخالفات التى تحدث فى التصميم والتنفيذ تفوق كل تطور .

المواصفات وأهميتها :

الدول المختلفة عادة ما تضع مواصفات ولوائح لتصميم وتنفيذ المنشآت تصاغ على هيئة قانون يسمى الكود والذى تصدره الجهات المختصة وتشمل هذه المواصفات الحد الأدنى للمتطلبات اللازمة لحماية الأنفس من الخطر وقد لا تحقق هذه اللوائح دائما أفضل الحلول فى أصول الصناعة إلا أنها تساعد على تجنب العديد من الأخطاء الشائعة وخاصة تلك التى تتعلق بسلامة المنشآت كما تحدد المواصفات أفضل الطرق العملية للتصميم ومن الطبيعى أن تختلف المواصفات من دولة لأخرى .

المواصفات الفنية واحتياطات الأمن :

تقوم فكرة احتياطات الأمن على إيجاد مقاومة احتياطية طويلة الأمد لمواجهة الأحمال غير العادية قد تزيد عن تلك التى أخذت فى الاعتبار عند التصميم وتمثل النسبة بين الحمل الذى يسبب الانهيار والحمل التصميمى معامل الأمان وتختلف معاملات الأمان باختلاف الاستعمالات والمواصفات . وتظهر أهمية معامل الأمان تغطية الحالات التالية :

١- بعض الأحمال الحية التى يمكن أن تطرأ فى المستقبل وتكون خارجة عن توقعات المهندس المصمم .

٢- سوء التنفيذ وخاصة بالنسبة لمقاسات الأعضاء وأقطار أسياخ التسليح وأماكنها التى حددها المهندس عن التصميم و لم تؤخذ بعين الاعتبار عند التنفيذ أو التصنيع .

٣- مكان وأهمية العضو الإنشائى فى المبانى إذ أن انهيار بلاطة ليس له نفس خطورة انهيار أحد الأعمدة .

٤ – أهمية المنشأ من حيث الاستعمال ويجب أن نشير هنا إلى أن لوائح البناء تعنى أيضا بجوانب أخرى غير العوامل الخاصة وذلك فيما يختص بأداء المبنى للغرض الذى أنشئ من أجله عند تعرضه للحمل التصميمى بمعنى أنه لا تحـــدث فى المبنى تشوهات قد تؤدى إلى تأثير على الجمال المعمارى بالإضافة إلى ضرورة شعور الساكن بالاطمئنان (فقد تكون البلاطة سليمة إنشائيا ولكنها مـــع ذلك تهتز عندما يسير عليها الإنسان)

مخالفة المواصفات فى التصميم والتنفيذ :

إن بعض المخالفات التى تحدث أثناء تصميم المشروعات وتنفيذها تكون لها آثار خطير وسنصور فيما يلى مدى ضخامة هذه وتعددها ومدى إمكانيـــة تفاديها بمزيد من العناية والجهد وذلك بالالتزام بمواصفات التنفيذ وأسس التصميم وتلخص تلك المخالفات فيما يلى :

١ – زيادة قطاعات الأعمدة بالأدوار العليا عما تحتها.

٢ – عمل تعديلات معمارية مع عدم الرجوع للمهندس الإنشـــائى لتعـــديل الرسومات الإنشائية لتناسب هذه التعديلات .

٣ – عدم شمول الرسومات للتفاصيل الضرورية لحسن التنفيذ ومـــن الأخطـــاء الشائعة على سبيل المثال الاكتفاء بجداول التسليح دون التعرض للتوزيـــع الصحيح المفصل له وكذلك عدم ذكر أطوال الأسياخ وأماكن الوصلات وعددها وطريقة تنفيذها .

الأسباب العامة لحدوث العيوب بالمنشآت الخرسانية :

أولاً أخطاء التخطيط العمرانى :

إن زيادة الكثافة البنائية والسكنية فى مناطق **لا تكون شبكة المجارى بها** معدة لاستيعاب هذه الزيادة تؤدى إلى طفح مستمر **للمجارى مما يتسبب عنه** تلفيات خطيرة وتآكل وضعف أساسات المبانى .

ثانيا أخطاء التصميم الإنشائى :

١ – زيادة عدد طوابق المبنى عن العدد الذى **صممت له الأساسات** .

٢ – عدم ملاءمة التصميم لنوعية التربة نتيجة عدم **كفاية الجسات** .

٣ – عدم الوضع فى الاعتبار وجود آبار أو مصارف أو **مقابر** أسفل طبقة التأسيس .

٤ – عدم الاهتمام بتصميم ميدات قوية رابطة **للأساسات وخاصة الميدات** الرابطة لقواعد الجار .

٥ – إهمال الظروف المحيطة بالموقع والتى **قد تؤثر على التصميم** مثل منسوب ونوعية أساسات المبانى المجاورة **والتغيير والمنتظر فى منسوب** المياه الجوفية .

(ب) أخطاء تصميم النظام الإنشائى :

١ – اختيار نظام إنشائى غير مناسب لتوصيل **الأحمال بطريقة واضحة حتى** منسوب الأساسات .

٢ – الخطأ فى الحسابات الإنشائية .

٣ – إهمال بعض الأحمال التى قد يتعرض لها المبنى مثل **تأثير الرياح والزلازل** واختلاف درجات الحرارة وغيرها .

٤ – الإهمال فى تصميم فواصل التمدد والانكماش **والهبوط** والفواصل الإنشائية.

٥- الاعتماد على مواصفات أجنبية قد لا تتناسب مع الظروف وكفاء العمالة المحلية وطريقة التنفيذ واتجاه حركة المبنى تحت تأثير اختلاف درجات الحرارة . ولعلاج ذلك يتم عمل فاصل تمدد للمبنى بحيث يتناسب مع الطول الكلى للمبنى وبالتالى يمكن للمبنى تحمل الاجهادات الناتجة عنها .

٦- اختيار رسومات متكررة للوحدات السكنية وتنفيذها فى مناطق دون مراعاة ظروف كل موقع مع عدم الاهتمام باختبارات التربة مع أن هناك أنواعا من التربة عرضه للانتفاخ والانكماش أو أنها تحتوى على مواد ضارة بالخرسانة أو التسليح .

٧- اختبار مواد غير مناسبة أو صعبة التنفيذ ، مع توفير المواد ذات الإمكانات الأفضل وكذلك استخدام المواد فى غير موضعها كاستخدام التسليح عالى المقاومة مع خرسانة ضعيفة جدا فالمواصفات المصرية لأعمال تصميم وتنفيذ الخرسانة المسلحة تنص على عدم استخدام حديد تسليح عالى المقاومة مع خرسانات ذات قوة مقاومة ضغط قياسية أقل من ٢٠٠ كجم/سم٢

ثالثا أخطاء التنفيذ :

١- عدم اختيار جهاز الإشراف الجيد حيث أنه فى وجوده يمكن استدراك العديد من أخطاء التصميم وحل العديد من مشاكل التنفيذ .

٢- عدم التزام المقاولين بتعليمات جهاز الإشراف وقبولهم فى بعض الأحيان القيام بأعمال تخالف المواصفات لرغبة المالك مثل زيادة عدد الأدوار أو إلغاء بعض الأعضاء الإنشائية أو تعديل أماكنها وهذا يلحق أضرارا كبيرة بالمبانى .

٣- عدم استعمال المعدات الحديثة فى خلط وصب ودمج الخرسانة كالخلاطات والهزازات والأوناش .

٤- قلة الشدات الخشبية للخرسانة مما يسبب عدم تحملها لأحمال الخرسانية والعمالة أثناء عملية الصب .

٥- سرعة فك الشدات الخرسانية قبل وصول مقاومة الخرسانة للاجهادات المناسبة للأحمال الموجودة .

٦- إهمال اختبارات ضبط الجودة الخرسانية مثل تحديد درجة سيولة الخرسانة وتحديد مقاومة الانضغاط للمكعبات القياسية .

٧- عدم الاهتمام بمعالجة الخرسانة بطريقة صحيحة ولمدد كافية .

٨- تسهيل عملية الدمك بإضافة كميات إضافية من المياه أثناء عملية الصب مما يضعف مقاومة الخرسانة .

٩- تنفيذ الغطاء الخرسانى بسمك أقل أو أكثر من اللازم حيث يؤدى ذلك إلى سرعة وسهولة تسرب الرطوبة إلى حديد التسليح والتسبب فى حدوث الصدأ وفى حالة الغطاء الخرسانى أكبر من اللازم فذلك يؤدى إلى تصدعه وتشرخه تحت تأثير الحرارة ووزنه الذاتى وبالتالى يتساقط الغطاء الخرسانى فى هذه الحالة بسهولة لينكشف حديد التسليح تحت تأثير أى اهتزازات نتيجة زلزال أو خلافه .

١٠- عدم التقليب الجيد لمكونات الخلطة الخرسانية يؤدى إلى ضعف الخرسانة الناتجة وعدم تجانسها وذلك نتيجة عدم استخدام الخلاطات الميكانيكية .

١١- عدم الغزغزة الجيدة (الدمك الجيد) أثناء الصب يؤدى إلى وجود فجوات بالخرسانة بعد تشكيلها تقلل من قوتها وتعرض حديد التسليح الموجود بها للصدأ .

١٢- تحريك أسياخ التسليح من مواضعها الصحيحة فى الكمرات والأعمـــدة أثناء عملية صب الخرسانات المسلحة

١٣- الأخطاء فى مصنعيات حديد التسليح أو التقليل فى كمية حديد التسليح عما هو محدد فى الرسومات يؤدى لعدم مطابقة حديد التسليح للمواصفات القياسية وللرسومات الإنشائية .

١٤- عدم معالجة الخرسانة المسلحة برشها بالمياه بعد صبها وحتى وقت الشك النهائى فى غير وقت زيادة حرارة الشمس .

١٥- ترحيل الأعمدة الخرسانية المسلحة عن مواقعهـــا الهندســـية المحـــددة فى الرسومات وعدم استقامة الأعمدة رأسيا على امتداد ارتفاع المبنى وعـــدم وجود أشاير للأعمدة أعلى السقف بارتفاع كاف للامتداد داخل أعمدة الطابق الأعلى (٤٠ مرة قطر السيخ)

١٦- عمل غرف أعلى الأسطح النهائية للمبانى أسقفها من الخرسانة المسلحة ليست محملة على أعمدة الهيكل الخرسانى للمبنى ولكنها محملة على قواطيع وأكتاف من المبانى .

١٧- عدم سلامة التركيبات الصحية وأعمال الطبقات العازلة للمبنى وعـــدم مطابقتها للمواصفات القياسية مما يترتب عليه طفح المجارى وبالتالى التأثير على سلامة أساسات المبانى كما يترتب على ذلك أيضا تسرب المياه مـــن شبكة الأعمال الصحية إلى المبانى والهيكل الخرسانى للمبنى بما يجعل بالهيار المبنى .

١٨- كذلك فإن عدم إجراء صيانة دورية لشبكة الأعمال الصحية وتركيباتها وعدم المعالجة الفورية لمنع تسرب المياه إلى المبانى والخرسانات المتســـلحة يؤدى إلى نفس الآثار المدمرة سالفة الذكر .

١٩ - عدم مطابقة مواد الإنشاء المستخدمة للمواصفات القياسية .

ويتلخص ذلك فيما يلى :

(أ) الزلط والرمل غير خاليين من الشوائب مثل الأتربة أو المـــواد الطفيليـــة أو الجيرية والأملاح وكذلك استخدام حبيبات زلط غير متدرجـــة الحجـــوم وأيضا استخدام رمل ناعم غير حرش فى المون والخرسانات .

(ب) الأسمنت المورد للموقع غير مطابق للمواصفات القياسية وخاصة بالنســـبة للأسمنت المستورد وكذلك تلف الأسمنت نتيجة لتعرضه للرطوبـــة قبـــل التوريد أو نتيجة لتشوينه السئ فى الموقع .

(جـــ) حديد التسليح غير مطابق للمواصفات القياسية مثل الحديـــد الســـابق استخدامه والحديد المبروم والصدئ والمسحوب غير المطابق للمواصفات .

(د) المياه المستخدمة تحتوى على أملاح أو كبريتات أو مواد عضوية .

(هـــ) إهمال غسيل وهز الركام للتخلص من الأملاح والمواد الناعمة .

(و) استعمال أنواع غير مناسبة من الأسمنت كاستعمال الأسمنت الحديـــدى فى أعمال الخرسانة المسلحة و استعمال الأسمنت سريع الشـــك فى الأجـــواء الحارة .

(ى) عدم الاهتمام باختبارات ضبط الجودة للمواد المستعملة فى الخرسانة مثل :

(أ) التحليل الكميائى لمياه الخلط

(ب) اختبار صلاحية الأسمنت

(جـــ) اختبار التدرج الحبيى ومحتوى المواد الناعمة للركام

(د) اختبار الشد والمرونة لحديد التسليح

٢٠ - عدم الاهتمام بتقنية صناعة الخرسانة كتصميم الخلطة بـــالوزن وعـــدم الحرص على المحافظة على نسبة الماء إلى الأسمنت فى كامل المشروع ففـــى

الغالب تصمم الخلطة بالحجم ولا تراقب نسبها بالشكل المطلوب .

٢١- سوء مصنعية صب الخرسانة فى ظروف الجو الحار مع عدم عمل الاحتياطات الواجبة .

٢٢- عدم حصول العمالة والمشرفين على التنفيذ على القدر الكافى من التدريب .

٢٣- إهمال معالجة فواصل الصب أو اختيارها فى مواقع الاجهادات العالية (التوقف على الصب فى منصف الكمرة) .

٢٤- الأحمال الزائدة أثناء فترة التنفيذ تزيد كثيرا عن الأحمال التصميمية أو فى المراحل الأولى من انتهاء التنفيذ وذلك نتيجة لتخزين مواد الإنشاء ومعدات التشييد .

٢٥- عدم الاهتمام بأسلوب نقل الوحدات سابقة الصب ورفعها وتركيبها بعناية وهذا يعرضها لأشكال مختلفة من الاجهادات تفوق تلك التى أخذت فى الاعتبار عند تصميمها .

٢٦- قطع أسياخ التسليح سابق الشد فى الوحدات سابقة الاجهاد من شأنه أن يحدث التشققات إذا لم يتم بعناية فائقة.

رابعا سوء استعمال المنشأ :

عندما تجتمع زيادة الأحمال بكل غير عادى مع عدم مراعاة أصول التنفيذ بالإضافة إلى بعض أخطاء التصميم تحدث التشققات فى المبانى وتنهار بشكل سريع ومفاجئ وغالبا ما يرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

١- زيادة الأدوار فى العمارات السكنية القديمة .

٢- تغيير استعمال المنشأ لغير الغرض المصمم من أجله .

٣- تغطية الفرق فى اختلاف المناسيب بكميات من الرمل لها أوزان كبيرة فمن الأخطار الشائعة مثلا عدم مراعاة الفرق فى المناسيب بين الحمام أو المطبخ فينتج عن ذلك ضرورة وجود عتبة فإذا اعترض المالك على ذلك جـــرى إضافة كميات كبيرة من الرمل على كامل السطح لتفادى وجود العتبة .

٤- زيادة الأحمال نتيجة لأعمال الترميم كزيادة سمك البلاطة والطبقة العازلة لتفادى تسرب المياه والتخزين السئ لمواد الترميم فوق المبنى .

خامسا إهمال العزل ضد الحرارة والرطوبة :

١- يؤدى إهمال عزل الرطوبة للأسطح ودورات المياه والأساسات خاصـــة فى حالة تسرب المياه الجوفية واحتوائها على نسب عالية من الأملاح الضارة إلى تسرب المياه داخل الخرسانة ووصولها إلى حديد التسليح مما يسبب صدأ الحديد وتأكله بالكامل وسقوط الغطاء الخرسانى وفى النهاية قد يؤدى إلى انهيار العنصر الخرسانى بالكامل .

٢- يؤدى عدم وجود عزل مناسب للحرارة عن أســـطح إلى زيـــادة تمـــدد وانكماش العناصر الخرسانية للأسقف مما يسبب حدوث اجهادات زائدة لهذه العناصر يؤدى فى النهاية إلى حدوث الشروخ والانفصال بين الحوائط والهيكل الخرسانى .

سادسا تعرض المنشأ لعوامل لم تؤخذ فى الاعتبار عند التصميم :

١- تآكل الخرسانة وصدأ حديد التسليح الناتج عن الغازات الضارة المتوفرة فى الأجواء الصناعية .

٢- تعرض الأسطح الخرسانية للاحتكاك والبرى والاصـــطدام النـــاتج عـــن

استعمال المعدات الميكانيكية خاصة فى أرضيات المصانع والجراجات .

٣- تآكل الأرضيات الخرسانية بالمواد الكيميائية المستعملة فى مصانع الأسمدة والمواد الغذائية والألبان .

٤- تغيير منسوب المياه الجوفية .

٥- تعرض المنشأ للزلازل والهزات الأرضية مثال ما حدث يوم ١٩٩٢/١٠/١٢ وأدى إلى تدمير أكثر من ألف مبنى مدرسة ومصرع أكثر من ٥٠٠ شخص وإصابة عشرة آلاف آخرين على الأقل .

٦- استخدام أنواع من الأساسات فى المبانى المجاورة تؤثر على سلامة المبنى أو النزول بمنسوب تأسيس مبنى إلى منسوب أقل من منسوب تأسيس مبنى مجاور .

ملاحظات على الأخطاء سالفة الذكر :

أولا : قد يؤدى حدوث واحد من أخطاء التصميم والتنفيذ التى تناولتها الفقرات السابقة إلى انهيار المبنى مثال ذلك ترحيل أعمدة الأدوار العليا عن امتدادها فى الأدوار السفلى مما يؤدى إلى حدوث عزوم انحناء كبير على الأعمدة تؤدى إلى انهيار المبنى كما يتراوح الزمن الذى يمكن أن ينهار بعده المبنى من وقت تمام بنائه — وقبل أن يشغل بالسكان ، وقد حدث كثيرا إلى وقت غير طويل قبل انقضاء العمر الافتراضى للمبنى وتتراوح المظاهر المصاحبة للحالات المختلفة لانهيارات المبانى بين عدم وجود إنذارات واضحة وانهيار المبنى فى لحظات قليلة وذلك فى حالات الانهيار فور تمام البناء أو بعد زمن قليل نسبيا ، وبين حدوث تشققات وتصدعات بسيطة تزداد عمقا بمرور الوقت لحين انهيار المبنى بعد زمن طويل نسبيا .

ثانيا : إن جميع أخطاء التصميم والتنفيذ هذه قد وضعت أسسا لتلافيها

وحذرت منها كل من :

(أ) الدراسات الأكاديمية فى كليات الهندسة والمعاهد الفنية .

(ب) المواصفات القياسية والشروط العامة لأعمال البناء .

(جـ) قوانين التخطيط العمرانى وقوانين توجيه وتنظيم أعمال البناء .

د) القوانين المنظمة للممارسة المهن الهندسية .

وعلى ذلك فإن مدى خطورة هذه الأخطاء وضرورة تجنبها ليست خافية على المهنيين المؤهلين والمخلصين من ذوى الخبرة الذين يمارسون مختلف المهن المتعلقة بعملية البناء كما أنه من المعلوم أن المعلومات الأساسية بهذا الخصوص التى يلزم توافرها لذى الملاك الذين يرغبون فى إنجاز عملية البناء تنقل لهم بسهولة عن هؤلاء المهنيين وعن طريق اشتراطات وقوانين تنظيم البناء التى يلتزمون باحترامه .

الشروخ

الشروخ :

إن ظهور شروخ خارجية فى الخرسانة إنما هو مؤشر بأن ضررا ما قـد لحق بها وقد لا يقتصر هذا الضرر على الأثر الظاهر فى سطح الخرسانة ولكن ربما يتجاوز إلى الأعماق فبعضها يؤشر على مظهر المبنى فقط بينما يدل البعض الآخر على زيادة فى قيم الاجهادات أو نقص فى مقاومة الخرسانة ومتانتها ويتفاوت أثر هذه الشروخ فالتى قد تكون مقبولة فى مبنى من المبانى ألسكنية قـد تـرفض فى خزان للماء المفترض فيه أن يكون غير منفذ ومن الطبيعى أن تتشقق الخرسـانة المتصلدة فى منطقة الشد عندما تتعرض لأحمال إنشائية خارجية ويمكن الحد من هذه الشروخ بواسطة التصميم السليم والتفاصيل المدروسة والتنفيذ الجيد ولكن الخرسانة بطبيعتها أيضا عرضة لشقوق غير إنشائية قبل وبعد تصلدها بسـبب الاجهادات التى تتعرض لها بشكل ذاتى نتيجة لطبيعـة المـواد المكونـة لهـا وخصائصها الذاتية ولهذا فإن مثل هذه التشـققات الأخـيرة تـدعى أحيانـا بالتشققات الذاتية بالإضافة إلى أن العوامل والخواص الخرسانية التى يتأثر بها هذا النوع من التشققات تعد أكبر وأصعب توقعا من العوامل التى تتأثر بها التشققات الإنشائية .

شروخ الخرسانة الطرية

شروخ الانكماش للخرسانة الطرية

تحدث شروخ الانكماش للخرسانة الطرية فى السطح العلوى لخرسانة الأرضيات والأسقف أو العناصر الأخرى التى بها مساحة سطح كبيرة عند تعرض خرسانة الأسطح لمعدل عال من بخر المياه نتيجة لانخفاض نسبة الرطوبة الجوية أو

ارتفاع درجة حراره الجو أو تعرض الأسطح لتيارات الهواء الشديدة .

وتحدث شروخ الانكماش للخرسانة الطازجة بعد الصب مباشرة وقبل بدء عملية المعالجة عندما يكون معدل تبخر المياه أعلى من معدل خروج ميـــاه النضح من الخرسانة مما يسبب انكماش الطبقة العليا من سطح الخرسانة وتولـــد اجهادات شد فى هذه الطبقة مما يودى إلى حدوث شروخ فى جميع الاتجاهات فى سطح الخرسانة كما هو موضح فى شكل (٣٥)

تتراوح طول هذه الشروخ من عدة سنتيمترات إلى عدة أمتر وتتباعـــد أيضا عن بعضها بمسافات مختلفة قد تصل إلى ثلاثة أمتار وأحيانا تتكون هـــذه الشروخ بالعمق الكامل للخرسانة .

يمكن تجنب مثل هذه الشروخ فى الأجواء الحارة بالطرق التالية :

- تغطية الخرسانى بعد صبها مباشرة بغطاء من البلاستيك .
- عمل مصدات لتقليل سرعة الرياح .
- عمل مظلات لتجنب درجة حرارة الشمس .
- استعمال الإضافات التى تقلل انكماش الخرسانة .
- استعمال مواد معالجة الخرسانة الحديثة .

شروخ الهبوط

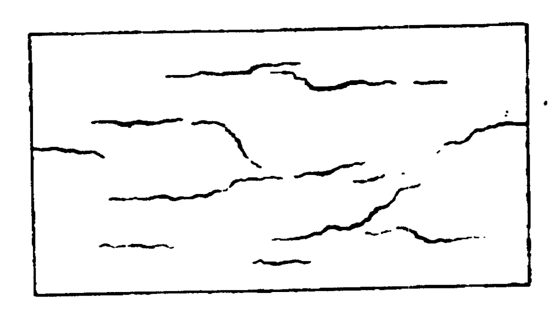
- بعد الصب والهز والدمك والتسوية ، يكون للخرسانة الطرية ميـــل للاستمرار فى الاندماج .
- ويتسبب وجود حديد التسليح أو الخرسانة السابق صبها أو الشدات فى إعاقة خاصية استمرار اندماج الخرسانة .
- وتسبب هذه الإعاقة فى حدوث شروخ أو فراغـــات فى الأمـــاكن

القريبة من مسببات الإعاقة كما هو موضح في شكل رقم (٣٦) .

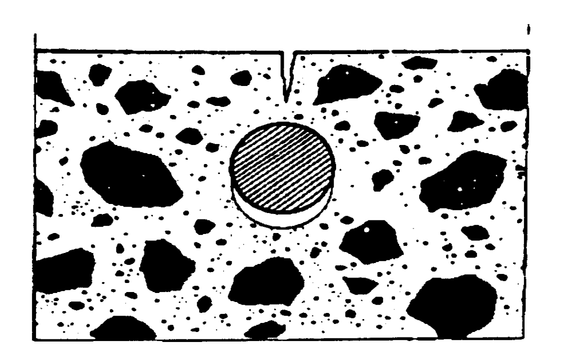
- تزداد شروخ الهبوط بزيادة قطر حديد التسليح وزيادة سيولة الخرسانة وقلة سمك الغطاء الخرسانة وعدم الاهتمام بهز ودمك الخرسانة واستعمال شدات تسمح بتسرب المياه .

ويمكن التغلب على وجود هذه الشروخ بالطرق التالية :

- استعمال أقل كمية ممكنة من مياه الخلط .
- الاهتمام بهز ودمك الخرسانة .
- زيادة الغطاء الخرساني .
- الاهتمام بتصميم الشدات الخرسانية .



شكل ٣٥ شروخ الجفاف للخرسانة الطرية
Plastic Shrinkage Cracking



شكل ٣٦ شروح الهبوط للخرسانة الطرية

شروخ الخرسانة المتصلدة

شروخ انكماش الجفاف

يحدث انكماش الجفاف بسبب فقد العجينة الأسمنتية للمياه ويمكن أن تنكمش العجينة الأسمنتية بمقدار ١ ٪ من الطول ولكن وجود الركام يقلل هذا الانكماش إلى ٠,٥ ٪ .

ويسبب حدوث الانكماش مع وجود إعاقة لهذا الانكماش من الأجزاء المجاورة من المنشأ أو من الأرضيات إلى حدوث اجهادات شد تتسبب فى تولد الشروخ بالخرسانة .

وبالنسبة للكتل الكبيرة من الخرسانة فإن اختلاف مقدار الانكماش بين السطح الخارجى الخرسانة وقد تستمر هذه الشروخ وتصل إلى داخل الخرسانة .

ويمكن تقليل شروخ الجفاف بإتباع الطرق التالية :

- استعمال الحد الأقصى من كميات الركام .
- استعمال الحد الأدنى من مياه الخلط .
- الاهتمام بوضع فواصل كافية للانكماش .
- الاهتمام بتفاصيل حديد التسليح .
- استعمال إضافات تقليل الانكماش .

شروخ التمدد الحرارى

من المعروف أن الخرسانة المتصلدة لها معامل تمدد يصل فى المتوسط إلى 10×10^{-6} /م وعند تعرض جزء من منشأ خرسانى لدرجات الحرارة المرتفعة فإن اختلاف التمدد يولد اجهادات تتسبب فى حدوث شروخ بالعناصر الإنشائية .

ويمكن تفادى الشروخ الناتجة عن تمدد الخرسانة بفعل درجات الحرارة المرتفعة بعمل فواصل تمدد كافية والاهتمام بتفاصيل حديد التسليح .

شروخ التفاعلات الكيميائية

تحدث شروخ التفاعلات الكيميائية إما من ناتج استعمال مواد لها قابلية التفاعل مع الأسطح الخرسانية كما هو موضح فى شكل (٣٧) أو نتيجة لاحتواء مكونات الخرسانة (الركام والماء) على مواد لها قابلية التفاعل مع الأسمنت .

ومن أمثلة مكونات الخرسانة التى تتفاعل مع الأسمنت مواد الركام التى تحتوى على السيلكا النشطة التى تتفاعل مع الأسمنت وتتسبب فى زيادة امتصاص مياه الخلط وتمدد الخرسانة داخليا وحدوث شروخ فى السطح الخارجة للخرسانة كذلك استعمال الركام الذى يحتوى على نوعيات خاصة من الكربونات التى

تتفاعل مع الأسمنت وتسبب حدوث شبكة من الشروخ السطحية فى الخرسانة كما هو موضح فى شكل (٣٨).

ويمكن تفادى حدوث شروخ التفاعلات الكيميائية الناتجة عن مكونات الخرسانة بالاختيار الصحيح للركام وعمل الاختبارات اللازمة لتحديد نوعية الركام واستعمال الأسمنت منخفض القلوية فى حالة الضرورة القصوى لاستعمال الركام الذى له قابلية التفاعل مع الأسمنت .

كذلك فإن استعمال مياه تحتوى على مواد كيميائية مثل الكبريتات لخلط الخرسانة يتسبب فى حدوث تفاعل مع عجينة الأسمنت وزيادة حجمها وبالتالى تولد اجهادات شد داخلية تؤدى فى النهاية إلى انهيار الخرسانة .

تتفاعل ايدروكسيد الكالسيوم الموجود فى العجينة الأسمنتية مع ثانى أكسيد الكربون موجود فى الأجواء الصناعية ويتكون كربونات الكالسيوم ذات الحجم الأقل بالنسبة الايدروكسيد الكالسيوم مما يسبب انكماش العجينة الأسمنتية وتكون الشروخ السطحية فى الخرسانة الطرية .

الشروخ الناتجة عن تأثير العوامل الجوية

يتسبب التغير فى العوامل الجوية فى حدوث شروخ خاصة بالخرسانة المكشوفة وذلك مثل حالة تكون وذوبان الجليد على الطرق الخرسانية وحالة تشبع وجفاف الخرسانة نتيجة لسقوط الأمطار بكثرة فى المناطق الساحلية وارتفاع وانخفاض الحرارة المستمر فى المناطق الصحراوية .

يؤدى تكون الصقيع داخل مسام الخرسانة إلى زيادة حجم المياه داخل هذه المسام مما يتسبب فى تولد الاجهادات وحدوث الشروخ فى الأسطح

الخرسانية . كذلك يودى تكرار تشبع الخرسانة بالمياه ثم جفافها وتمددها وانكماشها من ناتج تعرضها لدرجات الحرارة المختلفة وتكرار ذلك عدة مرات إلى زيادة ونقص حجمها وحدوث الشروخ المتنوعة بها .

شروخ صدأ حديد التسليح

تعتبر عملية صدأ الحديد عملية كهروكيميائية وتحدث عند الفاصل بين حديد التسليح والخرسانة ولا تتم عملية صدأ الحديد إلا بتوفر الشروط الآتية مجتمعة :

- مناطق مصعدية وأخرى مهبطية ويكون عادة الحديد هو المصعد بينما يمكن أن تكون المهبط هو أى معدن آخر موجود كشوائب أو أى منطقة أخرى يختلف فيها تركيز الأكسجين عن منطقة المصعد ويمكن تكون المناطق المصعدية والمهبطية نتيجة لاختلاف قيمة الاجهادات الداخلية بالحديد من مكان إلى آخر .
- توفر الأكسجين من الهواء الجوى .
- توفر الرطوبة أو الماء من الهواء الجوى .
- توفر الوسط الذى ينقل التيار الكهربى من المصعد والمهبط وهو عادة ماء أو محلول مائى لأملاح ذائبة .
- يذوب الحديد عند المصعد على هيئة أيونات الحديدوز Fe^{++} وتنتقل الالكترونات المتولدة فى الحديد إلى منطقة المهبط حيث تتفاعل مع الأكسجين والماء وتتكون أيونات الهيدروكسيل (OH) تقابل نواتج التفاعلين Fe^{++} و OH يترسب أيدروكسيد الحديدوز .

يتأكسد أيدروكسيد الحديدوز الناتج بفعل الأكسجين والماء

أيدروكسيد الحديديك الذى يتحلل مكونا صدأ الحديد.

- ويعتبر أكسيد الحديد الناتج شديد الامتصاص للمياه وضعيف الالتصاق بالحديد وبذلك يسهل إزالته بالذوبان البطىء تاركا سطح الحديد ليسمح بتكون صدأ جديد .
- يزيد معدل تكون صدأ الحديد عند وجود أملاح ذائبة فى الماء مثل كلوريد الصوديوم الموجود فى ماء البحر حيث يعمل على زيادة التوصيل الكهربى للماء بالإضافة إلى دخوله فى عدة تفاعلات جانبية عند المهبط والمصعد مكونا صدأ جديد .
- وهذا هو السبب فى سرعة صدأ الحديد عن تعرضه لماء البحر أو عند تعرض الحديد بالخرسانة لأملاح الكلوريدات المختلفة بماء الخلط والركام .
- وتعتبر أجزاء الحديد المعرضة لدورات متعاقبة من البلل والجفاف أكثر المناطق تعرضا لعملية الصدأ ويبين شكل رقم (٣٩) شروخ الخرسانة الناتجة عن صدأ حديد التسليح .

يتم تجنب صدأ الحديد بالطرق التالية :

- استعمال الدهانات العازلة للمياه والرطوبة .
- دهان حديد التسليح بدهانات مانعة للصدأ مثل الدهانات الإيبوكسية التى تحتوى على الزنك .
- زيادة سمك الغطاء الخرسانى .
- استعمال إضافات لتقليل نفاذية الخرسانة .

الشروخ الناتجة عن سوء طريقة التنفيذ

تختلف الأسباب التى تؤدى إلى الشروخ الناتجة عن سوء طريقة التنفيذ وفيما يلى بعض الأمثلة للشروخ الناتجة عن سوء التنفيذ .

- إضافة كميات زائدة من المياه إلى الخلطة الخرسانية لتسهيل صبها يؤدى إلى ضعف مقاومة الخرسانة وتزيد من شروخ الهبوط وشروخ الجفاف ، عندما يكون إضافة كميات المياه مصاحب لزيادة فى محتوى الأسمنت ذلك فى زيادة فرق درجات حرارة التفاعل للأسمنت بين الأجزاء الداخلية والخارجية مما يزيد فى الشروخ الناتجة عن اجهادات الحرارة .
- عدم العناية الكافية بالمعالجة يتسبب فى زيادة شروخ الانكماش .
- عدم الاهتمام بسلامة وقوة الشدات الخشبية للخرسانة يتسبب فى هبوط الشدات مما يؤدى إلى حدوث شروخ متنوعة فى الخرسانة قبل تصلدها واكتسابها القوة اللازمة لتحمل وزنها الذاتى .
- عدم وضع فواصل الصب فى أماكنها الصحيحة فى الأماكن التى تقل فيها الاجهادات يتسبب فى حدوث الشروخ بهذه الأماكن .

الشروخ الناتجة عن زيادة الأحمال أثناء التنفيذ

- فى بعض الأحيان تكون الأحمال التى يتعرض له المنشأ أثناء التنفيذ أكبر بكثير من الأحمال التصميمية وكمثال لذلك الأحمال الناتجة عن تشوين المواد والمعدات على بلاطات الأسقف .
- كذلك يؤدى الاختيار الغير صحيح تحميل الوحدات الخرسانية الجاهزة أثناء النقل والتركيب إلى حدوث اجهادات عالية فى هذه الوحدات ثم

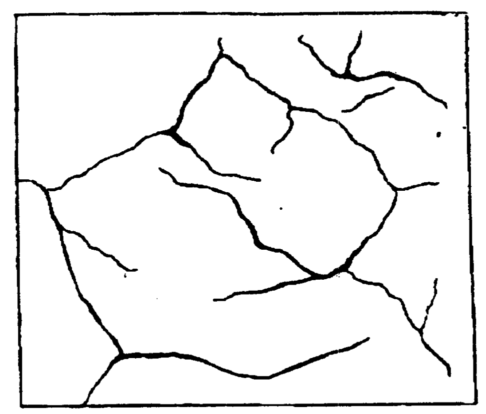
توخذ فى الاعتبار أثناء التصميم مما يودى إلى حدوث الشروخ والانهيار الكامل لهذه الوحدات .

- ويمكن تفادى الشروخ الناتجة عن زيادة الأحمال أثناء التنفيذ عن طريق تحديد الأحمال المسموح بها أثناء التنفيذ وكذا النقط الصحيحة لتحميل الوحدات الجاهزة على اللوحات الإنشائية مع مراعاة ذلك وتنفيذه بدقة من جانب مهندس التنفيذ .

الشروخ الناتجة عن أخطاء التصميم والتفاصيل الإنشائية :

- يختلف تأثير الأخطاء من التصميم والتفاصيل الإنشائية ابتداء من سوء مظهر بالانهيار الكامل للمنشأ (انظر شكل ٤٠)

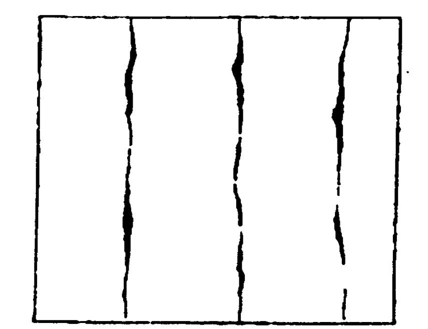
ويمكن التغلب على حدوث الجزء الأكبر من هذه الأخطاء بالاهتمام بالتصميم والتفاصيل الإنشائية وإتباع القواعد المنصوص عليها فى القواعد التطبيقية لتنفيذ وتصميم المنشآت الخرسانية وكذا المواصفات القياسية للمواد المستعملة وعمل الجسات اللازمة لتحديد خواص التربة ونوعية الأساسات المناسبة .



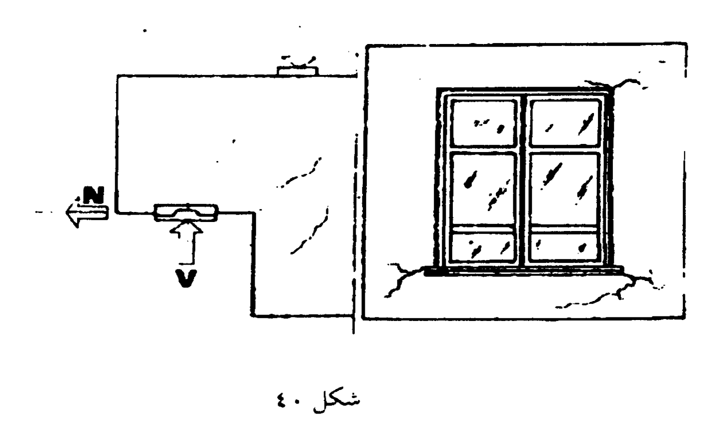
شكل رقم ٣٧ الشروخ الناتجة عن مهاجمة المواد الكيميائية للأسطح الخرسانية
Chemical Attack Cracks



شكل رقم ٣٨ الشروخ الناتجة عن تفاعل الركام مع الأسمنت
Alkali / Aggregate Reactions



شكل رقم ٣٩ الشروخ الناتجة عن صدأ حديد التسليح
Corrosion Of Reinforcement Cracks



شكل ٤٠

التشققات الذاتية

تحدث شقوق الانكماش اللدن خلال ساعات قليلة من صب الخرسانة (قبل بدء المعالجة) وهى لا تلاحظ إلا فى اليوم التالى على الأقل ويجب عدم الخلط بينها وبين شقوق الانكماش الناتج عن الجفاف طويل الأمد وتحدث هذه التشققات عادة فى سطح البلاطات ذات المساحات الكبيرة فعندما تتعرض هذه المسطحات الكبيرة لمعدل سريع من تبخر الماء فإن خرسانة السطح تنكمش إلا أن الخرسانة الداخلية تعيق هذه الحركة فتتولد عن ذلك اجهادات شد فى السطح وطالما تتجاوز هذه الاجهادات مقاومة شد الخرسانة التى مازالت ضعيفة (فى بداية عمرها) تحدث الشقوق السطحية ويزداد حدوث الانكماش اللدن عندما تكون رطوبة الجو منخفضة وعندما تتعرض هذه المسطحات للرياح أو درجات الحرارة العالية . وبالشكل المرفق يوضح أهم التشققات المتوقعة فى أماكن ظهورها النموذجية على أحد المنشآت الافتراضية وفيما يلى شرح مفصل لكل هذه التشققات .

– **الشروخ** : (أ ، ب ، جـ) هى شروخ تنتج عن انكماش الخرسانة وهى لدنة فعندما يتجاوز معدل النزف (ترسب المواد الثقيلة إلى الأسفل وارتفاع الماء إلى السطح) فإن خرسانة تنكمش وتتخذ الشقوق اللدنة واحدا من الأشكال التالية :

– شقوق مائلة بدرجة ٤٥ درجة من أطراف البلاطة وتبعد الشقوق عن بعضها .

– شقوق عشوائية :

- شقوق تأخذ شكل التسليح : ويلاحظ أن هذه الشقوق تختلف عن الشقوق الناتجة عن الانكماش نتيجة الجفاف طويل الأمد

وللتقليل من هذه الشقوق يجب إتباع التالى :

- خفض المعدل السريع لتبخر الماء على سطح الخرسانة نتيجة للجو الحار والرياح والجفاف

- رش الماء حول منطقة الصب باستخدام الأجهزة المناسبة حتى تتكون طبقة من الرذاذ ترفع من الرطوبة وتلطف من حرارة الجو .

- استعمال أغطية من البلاستيك لمنع التبخر السريع .

- وقاية سطح الخرسانة بمظلات لحمايتها من أشعة الشمس وألواح تخفيف سرعة الرياح .

- صب البلاطات الكبيرة بعد صب الحوائط (إن أمكن ذلك) للتخفيف من آثار الرياح والحرارة .

ومن الملاحظ أن هذه الشقوق تحدث فى غضون ساعات قليلة من صب الخرسانة (من نصف ساعة إلى ٦ ساعات) ولكن على الرغم من ذلك لا يمكن ملاحظتها إلا فى اليوم التالى على الأقل .

- الشروخ (د ، هـ ، و) هى شروخ تنتج نتيجة لهبوط الخرسانة وهى لدنة لحدوث نزف زائد بعد انتهاء عمليات الصب والدمك والانتهاء ونتيجة لوجود عائق لعملية الهبوط تتكون هذه الشقوق والتى قد تأخذ شكلا من الأشكال الآتية :

- شقوق فوق قضبان التسليح

- شقوق تتكون فى الأعمدة والحوائط النحيفة وتكون على شكل قوس شقوق

تنشأ عن تغيير عمق القطاع وخاصة فى البلاطات المجوفة وذات الأعصاب .

- ويزداد احتمال ظهور هذه التشققات بأى من العوامل الآتية :
- زيادة قطر التسليح
- زيادة كمية الماء بالخلطة
- الدمك غير الجيد
- تسرب ماء الخلطة من خلال الشدات .

ويمكن الحد من هذه التشققات باتخاذ الاحتياطات الآتية :

- التصميم السليم للشدات
- الدمك الجيد
- إعادة الدمك
- ترك وقت كاف بين صب الخرسانة فى الأعمدة وصبها فى البلاطات والكمرات .
- استعمال خرسانة ذات هبوط أقل ما يمكن
- زيادة الغطاء الخرسانى فوق التسليح
- التقليل من إعاقة الحركة

ويلاحظ أن هذه الشروخ تظهر خلال الساعات التى تلى الصب وقبل تصلد الخرسانة أى من حوالى ١٠ دقائق إلى ٦ ساعات .

الشروخ (ز ، ح) تنتج نتيجة لتقلص الخرسانة لانخفاض درجة حرارتها حيث أن درجة حرارة الخرسانة ترتفع فى البداية نتيجة لتفاعل الأسمنت مع الماء ثم يقل معدل التفاعل فتنخفض درجة الحرارة إلى درجة حرارة الجو المحيط نتيجة اجهادات تسبب التشققات وغالبا ما تظهر التشققات فى الجدران والبلاطات

السميكة ويمكن التمييز بينها وبين شقوق الانكماش الناتج عن الجفاف الطويل الأمد فى أنها تظهر عادة خلال الأسبوعين الأولين من صب الخرسانة بينما تظهر شقوق الانكماش بعد عدة أسابيع أو شهور .

ويمكن التخفيف من احتمال ظهور مثل هذه التشققات بالوسائل التالية :

- العزل الجيد لكامل القطاع الخرسانى والتكم فى معدل التبريد
- اختيار ركام له معامل تمدد حرارى منخفض
- وضع تسليح خاص لمقاومة التقلصات الحرارية (أقطار صغيرة + نتوءات)
- عمل فواصل حركة كافية ومناسبة

الشروخ (ط) شروخ تنتج نتيجة انكماش الخرسانة الجفاف وإعادة الحركة الناتجة بسبب اجهادات تودى إلى التشققات .

ولمنع ظهور مثل هذه التشققات يجب مراعاة الآتى :

- وضع التسليح المناسب
- عمل الفواصل الكافية لأشكال الحركة المختلفة
- استخدام خرسانة ذات أقل قابلية ممكنة (أكبر كمية من الركام + أقل كمية من ماء الخلطة)
- اختيار نوع جيد من الركام وأكبر مقاس اعتبارى ممكن
- الاهتمام بالمعالجة ويلاحظ أن هذه الشروخ لا تظهر قبل عدة أسابيع أو شهور من صب الخرسانة .

الشروخ (ى ، ك) (الشروخ الشبكية) وأسباب ظهورها هى :

- الظروف المناخية القاسية
- الشدة غير المنفذة والناعمة (البلاستكية ، الحديدية) الخلطة الغنية

بالأسمنت والخلطات السائلة

- الهز الزائد عن المطلوب(حيث يودى إلى طبقة سطحية ناعمة و غنية بالماء)
- الإنهاء المبالغ فيه
- المعالجة غير الفعالة

ولمنع ظهور التشققات يجب العناية بالمعالجة والإنهاء وينصح أحيانا باستعمال طارد للماء من السطح.

ويلاحظ أن هذه التشققات تظهر بعد يوم أو أسبوع من الصب وأحيانا أكثر بكثير من ذلك .

الشروخ (ل ، م) هى شروخ تحدث نتيجة لصدأ حديد التسليح حيث أن أكاسيد الحديد حجمها أكبر من حجم المعدن نفسه مما يولد اجهادات مركزية عالية تتسبب فى حدوث تصدعات حول السيخ وتعتبر الشقوق الموازية لمحور السيخ أخطر من التى تحدث عموديا عليه وذلك لأن الأولى تغطى مسطحا من القضيب وتؤدى إلى استمرار عملية التآكل .

ولحماية التسليح من الصدأ يتبع الآتى :

- استعمال خرسانة ذات نفاذية منخفضة للماء
- زيادة الغطاء الخرسانى فوق التسليح
- استعمال مواد إضافية مانعه للصدأ

ويلاحظ أن هذه الشروخ لا تظهر قبل سنتين على الأقل من صب الخرسانة

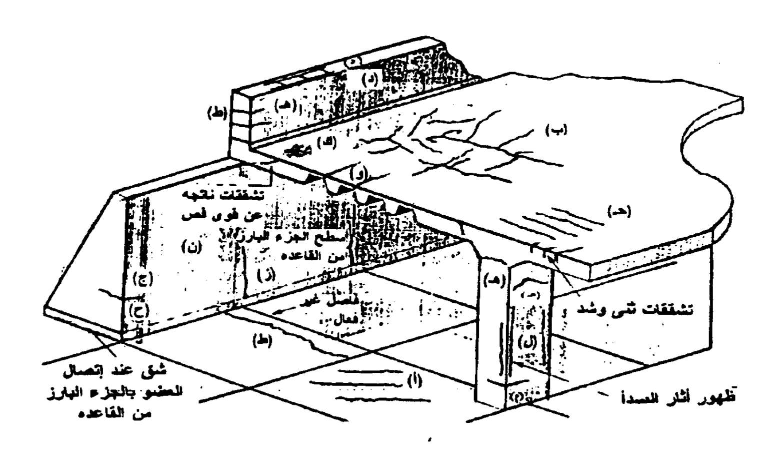
التشققات (ن) والتى تنشأ بسبب التفاعل القلوى للركام :

حيث يحدث تفاعل بين بعض أنواع الركام مع القلويات الناتجة عن تموية الأسمنت أو الموجودة فى بعض إضافات أو ماء الخلط أو غير ذلك مما ينتج

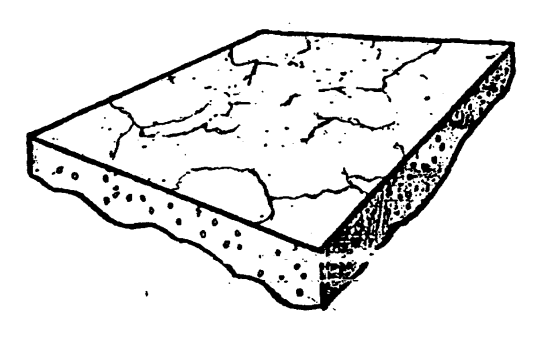
عنه مادة هلامية تسبب تمددا موضعيا يؤدى إلى اجهادات شد وتشققات وأكثر المواقع المعرضة لهذه الشروخ هى المواقع الرطوبة العالية .

ولمنع مثل هذه التشققات يجب إتباع الآتى :

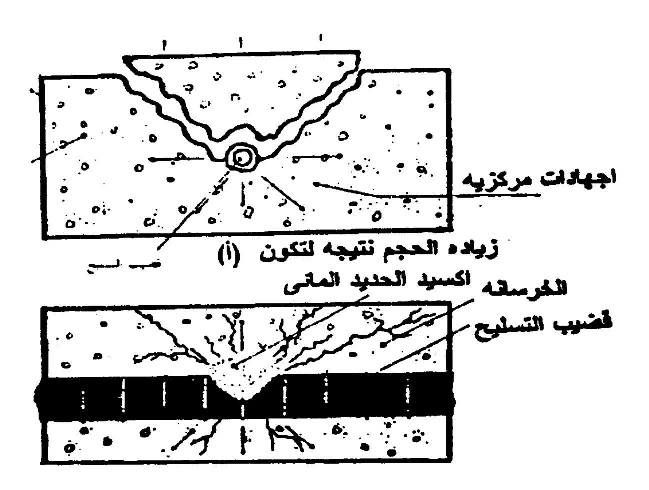
- اختيار الركام المناسب
- استعمال أسمنت منخفض القلوية
- استعمال مواد البوزولاق والتى تساعد على حدوث نوع آخر من التفاعل مع السيكا ينتج عنه مادة غير قابلة للانتفاخ ويلاحظ أن الشروخ لا تظهر قبل مضى أكثر من خمس سنوات .



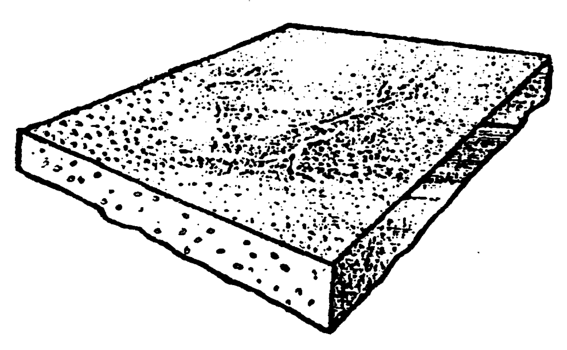
شكل ٤١



شكل ٤٢ التشققات الشبكية التى تحدث للخرسانة
بسبب الانكماش الناتج عن الجفاف



شكل ٤٣



شكل ٤٤ التشققات التى تحدث للخرسانة
بسبب التفاعلات بين الركام والأسمنت

ثالثا : التشققات الإنشائية

تنقسم هذه التشققات إلى تشققات بسبب أخطاء التصميم وتشققات ناتجة عن أخطاء التنفيذ وسوء الاستعمال وقد يصعب فى الواقع العلمى الفصل تماما بين هذين النوعين من التشققات إلا أننا سوف نعطى فيما يلى بعض الصور والنماذج لكل منهما :

أولا : تشققات بسبب أخطاء التصميم :

(أ) تشققات الأركان والزوايا تحدث عند إهمال وضع التسليح المناسب (انظر الأشكال)

شكل رقم (١٢٤)

(ب) تشققات سببها التسليح غير الكافى والتفاصيل غير المكتملة

(جـ) تشققات سببها إهمال القوى الأفقية التى تنتج من بعض القوى

المائلة

(د) تشققات بسبب ترخيم المنشأ وتحميله الزائد علـى أجـزاء دون الأخرى مع عدم وضع ذلك فى الاعتبار

(هـ) التشققات بسبب إعاقة الحركة : حيث أن إهمال وضع فواصل التمدد والانكماش الناتجين من الزحف ونغير درجات الحرارة والجفاف ، وغيرها يودى إلى حدوث شروخ فى الخرسانة .

ثانيا : تشققات ناتجة عن أخطاء التنفيذ وسوء الاستعمال :

من هذه الأخطاء الشائعة ما يلى :

(أ) إضافة الماء بدون ضابط

(ب) عدم العناية بالدمك الجيد

(جـ) عدم الاهتمام بالمعالجة وكذلك عدم اختيار الطريقة المناسبة للمعالجة.

(د) استعمال مواد غير مطابقة للمواصفات (كاستخدام ركام أو ماء محتوى على نسبة عالية من الكبريتات والكلوريدات)

(هـ) أخطاء التسليح

(و) أخطاء التنفيذ وزيادة الأحمال

- تشققات بسبب هبوط التربة :

تستطيع معظم أنواع التربة بحالتها الطبيعية أو ببعض المعالجـة (مثـل الدمك) أن تتحمل الأساسات التى تنشأ عليها ، إذا روعى خصـائص التربـة وخواصها المختلفة واختيار أنواع الأساسات المناسبة وتحدث المشاكل عادة عندما تغفل مثل هذه البدهيات من قبل المهندس المصمم ، وذلك باعتماده على رقـم منخفض لقوة تحمل التربة ظنا منه أن ذلك سيقدم له ضمانات أكيـدة ومـن

المعروف أن الهبوط المنظم غالبا ما يودى إلى أضرار كبيرة فى المنشآت وخاصة إذا استعملت القواعد المنفصلة علما بأن الأنواع الأخرى مثل القواعد المستمرة وبلاطة الأساسات (الأساسات اللبشة) قد تقدم حلولا أساسية لكثير من المشكلات وهى ليست بالضرورة أكثر تكلفه إذا ما روعيت قضية التشققات وما يتبعها من صيانة وترميم وغير ذلك ومن العوامل المهمة فى حدوث الهبوط غير المنتظم فى التربة وحدوث التشققات وزيادة الاجهادات فى المنشآت : تغير الرطوبة وارتفاع مستوى الماء وزيادة كميتها فى التربة والتى قد تحدث بسبب تغيرات طبيعية (مثل زيادة كمية المياه الجوفية وهطول الأمطار) أو بسبب سوء التنفيذ لوجود أحواض الترسيب أو خطوط مجارى أو توصيلات مياه ومثل هذه التغيرات فى نسب الماء والرطوبة تودى فى الغالب إلى تغيرات أساسية فى خواص التربة وتماسكها وقدرتها على التحمل مما يوثر على سلامة الأساسات والمنشآت القائمة عليها ونبين فيما يلى بعد الآثار التى ترتبط بالماء ومدى زيادته أو انخفاضه فى التربة :

(أ) تتفكك التربة الغنية بالجبس والحجر الجيرى نتيجة لتعرضها للماء .

(ب) تنتفخ الكثير من أنواع التربة الطينية

(جـ) التربة التى تحتوى على خليط من الجبس والحجر الجيرى والمواد الطينية تنتفخ أولا ثم يتبع هذا الانتفاخ تفكك ، وتتميز الشقوق الناتجة عن مثل هذه التربة بأنها تحدث فى اتجاهين متعاكسين فإذا تكونت التشققات الناتجة عن انتفاخ التربة فى اتجاه ٤٥ درجة (مع الأفقى) قد يتبعها تكون تشققات هبوط عمودية عليها .

(د) التربة التى تحتوى على نسبة عالية من الرمل تتكثف بصورة سريعة فى وجود أحمال المنشأ عندما يصل إليها الماء وتسمى هذه الخاصية بالدمك

الهيدروليكى .

(هـ) بعض أنواع التربة الصخرية تتحلل عند تعرضها لمياه محتوية على بعض الأملاح والمواد الكيميائية وذلك نتيجة للتفاعلات التى تمت بينها وبين هذا الماء .

(و) فى المناطق القريبة من لبحر يكثر تواجد كتل من الأملاح تحت الأرض وتذوب فى وجود الماء وتؤدى إلى هبوط التربة وانهيارها

(ز) تحسب المياه المتسربة تحت الأساسات المواد الناعمة (التربة) و قد تزداد هذه الظاهرة مع الزمن إلى تصدعات خطيرة فى المبانى .

(ح) عند محاولة تخفيض ارتفاع منسوب المياه فى التربة لسبب أو لأخر بطريقة غير مدروسة ينتج عن ذلك أن بعض جزئيات التربة تخرج مع الماء المسحوب وتحدث خلخلة فى التربة تؤدى إلى هبوط فيها .

(ط) فى التربة التى تحتفظ بالماء داخل حبيباتها وفى الوقت نفسه تكون قابلة للانضغاط تحت تأثير الأحمال (مثل التربة الرملية) وعندما تتوفر لها الظروف التى تساعد على تصريف المياه من خلالها فإن جزء من هذا الماء يطرد إلى المناطق المجاورة ويؤدى ذلك إلى تكثيف فى التربة ويسبب هبوطا فى الأساسات وتصدعاتها فى المبانى لا تظهر هذه الظاهرة إلا بعد مرور فترة طويلة من الزمن طبقا لنوعية التربة والأحمال الواقعة عليها .

(ى) يتأثر بعض أنواع التربة عن غيرها بشكل أكبر عند حدوث الزلازل وخاصة إذا كانت مشبعة بالماء حيث تتصرف التربة وكأنها سائل ولذا تسمى هذه الظاهرة بسيولة التربة .

وتعتبر الشروخ التى تحدث فى الحوائط الفاصلة (غير الحاملة) أحد المؤشرات الرئيسية لعدم مراعاة خواص التربة عند تصميم الأساسات وعندما لا

تصل هذه التشققات إلى الأعضاء الإنشائية يمكن تقويمها على أنها غير خطيرة طالما ظلت كذلك إلا أنها تؤدى إلى فزع الناس فى العادة وتخويفهم الشديد وقد تكون منذرة بقرب حدوث التشققات الخطيرة فى الأعضاء الإنشائية إن لم يتدارك الأمر وعادة ما تظهر مثل هذه الشقوق عند أبسط هبوط غير متوازن للتربة لأن المونة اللاصقة بين الطوب لا تخضع للاشتراطات التى تضعها المواصفات سواء فى نسب الخلطة (نسبة الماء إلى الأسمنت) أو فى سمك الطبقة بين الطوب وانتظامها بالإضافة إلى ضعف مقاومة الطوب ذاته لذلك نقول بأن هذه التشققات التى تحدث فى الطوب فقط يجب أن لا تؤدى للخوف والهلع ولكن لابد من معرفة سببها ومراقبة تطورها فإذا كانت طارئة وتوقفت نهائيا أمكن ترميم الجدار أما فى حالة استمرارها فلابد من العمل على تلافى العوامل التى أدت إلى ذلك الهبوط ومن ثم على الاقتراحات المناسبة للعلاج وتحتاج الشروخ التى تصل إلى الأعضاء الإنشائية مثل الأعمدة والأساسات والكمرات إلى الحذر وسرعة العمل .

صيانة التشققات :

تشمل عملية تقويم التشققات على تحديد مواقعها ومداها وأسباب حدوثها ومدى الاحتياج للإصلاح وربما لزم أيضا إعادة الحسابات الإنشائية لتحديد الاجهادات الناتجة عن الأحمال الواقعة على المبنى وكذلك مراجعة المخططات والمواصفات ومطابقة ذلك مع تم تنفيذه أو ترميمه وتدوين أى تعارض أو تباين بينهما .

ويصبح إصلاح التشققات ضروريا إذا كان تأثير على الخرسانة هو خفض مقاومتها أو صلاحيتها أو حينما يكون كبيرا على وظيفة المنشأ . وقد

يلزم الإصلاح فقط لتحسين مظهر الخرسانة .

ومن المفيد قبل البدء فى تقويم التشققات السير على منجية واضحة ومما ساعد على ذلك أن يتم عمل مسح لحماية الخرسانة بشكل واضح ومنظم

فيما يلى بعض الخطوات المنهجية لتقويم التشققات :

١ – الفحص البصرى :

يستعان عادة فى تسجيل المعلومات التى تستنتج من الفحص البصـــرى بمخطط مبدئى للمنشأ يحتوى على شبكة المحاور التى صمم على أساسها ، وذلك حتى يمكن التعرف بدقة على المواقع المختلفة ويجب تدوين الملاحظات التالية :

(أ) أماكن الشقوق وأبعادها .

(ب) المواقع التى تصدعت فيها حواف الخرسانة .

(جـ) أماكن التسليح الظاهر وبقع الصدأ أن وجدت .

(د) مدى تآكل الخرسانة .

(هـ) أية أضرار أخرى ظاهرة فى سطح الخرسانة مثل التعشيش .

ومن المستحب أن ترفق بالمخططات الصور الفوتوغرافية التى توضـــح حالة المنشأ وشكل الشقوق وتساعد فى مناقشة ودراسة الحالة مع عدد من الخبراء فى التخصصات المختلفة .

ويقاس عرض الشقوق بدقة تصل (٠,٠٢٥ مم) باستعمال جهـــاز يسمى الجهاز المقارب للشقوق وهو عبارة عن ميكروسكوب مزود بتدرج على عدسته الخارجية التى توضح بالقرب من السطح المطلوب قياس شقوقه .

٢ – الفحص الآتى :

يمكن الطرق على السطح بواسطة مطرقة لاكتشاف وجود تشققات فى الخرسانة باستعمال أجهزة الموجات فوق الصوتية التى تعطى قيما مكتوبة لـــزمن

عبور الموجات خلال المادة ، فإذا لم تصل إشارة إلى جهاز الاستقبال فهذا يؤدى على وجود انقطاع داخلى هام فى المادة الصلبة مثل وجود شق أو تجويف ويمكن تقرير مدى هذا الشق عن التجويف عن طريق أخذ مجموعة من القراءات لمواقع عدة حوله .

كما يدل أى تغيير فى سرعة الموجات فوق الصوتية على نـــوع مـــن الخراب وعدم الانتظام داخلها حيث تأخذ الموجة مسارا أطول .

وتزود بعد الأجهزة بشاشة عرض للذبذبات يمكن بمشاهدتها تتبع مسار الموجات فوق الصوتية والتعرف على التغيرات الموجودة داخل الخرسانة .

وينصح بأن يقوم بتشغيل أجهزة الموجات فوق الصوتية وتحليل نتائجها فنيون متدربون أو مهندسون متمرسون لأن هناك عوامل كثيرة يمكن أن تـــؤثر على النتائج مثل الرطوبة والتسليح وأية مواد أخرى مدفونة فى الخرســـانة مثـــل (المواسير) وعلى سبيل المثال عندما تكون التشققات مشبعة تماما بالماء تكـــون الاختبارات فوق الصوتية غير مفيدة وفى حالات أخرى يصعب التمييـــز بـــين مجموعة من الشقوق الصغيرة المتقاربة وبين شق كبير .

ويساعد استعمال التصوير بالإشاعة على اكتساب الاختلافات الداخلية فى المادة مثل أجهزة الأشعة السينية وأشعة جاما وتعتـــبر مناســـبة فى حـــالات استكشاف مستويات التشقق الموازية لاتجاه الأشعة لأنه من الصعب اكتشـــاف المستويات العمودية على اتجاه الأشعة . وتجدر الإشارة أن أجهزة جامـــا أقـــل تكلفة من أجهزة الأشعة السينية ويمكن حملها لسهولة لذا فهى مناسبة للقياسات فى الموقع كما يمكن مراقبة حركة الشقوق لطريقة بسيطة جدا وذلك عن طريق وضع علامات جبسيه على عدة مناطق فى الشق ، ثم متابعة مدى تشـــققها أو تصدعها مرة أخرى أو بقائها على حالتها بعد مرور فترة من الزمن . وهـــناك

جهاز آخر يمكن بواسطته مراقبة تحرك الشقوق ويسمى مؤشر الحركة الميكانيكى و الجهاز يعطى قراءات للازاحة والدوران . وإذا كان المطلوب معرفة تاريخ التحرك ومقداره بالتفصيل ، فلابد من ربط الجهاز بأنظمة كهربائية متصلة بحاسب آلى لمراقبة التحركات بدقة مع الزمن ومثل هذه الأجهزة عالية التقنية ومتوفرة تجاريا .

أما أماكن التسليح فيمكن تحديدها بواسطة جهاز باكوميتر ، وهناك عدد من أنواع الباكوميتر تتراوح قدراتها بين مجرد إعطاء فكرة عن وجود التسليح من عدمه إلى أنواع متطورة يمكن معايرتها بحيث تعطى عمق التسليح إذا كان مقاس القضيب معروفا أو تعطى المقاس إذا كان العمق معروفا فى بعض الأحيان التى لا يعطى فيها هذا الجهاز نتائج واضحة لابد من تكسير الغطاء الخرسانى حتى يمكن التعرف على مقاس القضيب خاصة فى المواقع التى يكون التسليح فيها كثيفا أو فى الحالات التى يشك فيها أن التشققات يسببها تآكل التسليح إلا أن هناك جهازا يساعد على اكتشاف مدى استعداد التسليح للصدأ بواسطة قياسات كهربائية ومن أكثر الأجهزة شيوعا فى هذا المجال جهاز الخلية النصفية .

٣- الفحص بواسطة معاينة القلوب الخرسانية :

يمكن الحصول على معلومات ذات فائدة كبيرة من القلوب الخرسانية التى تستخرج من مواقع مختارة فى المنشأ وهذه القلوب والحفر الناتجة عنها تهيئ الفرصة لقياس عرض وعمق التشققات بدقة ، كما أن القلوب تعطى فكرة عن نوعية الخرسانة بواسطة اختبارات الضغط على عينات .

٤- مراجعة المخططات :

يمكن مراجعة التصميم الإنشائى ومخططات التسليح التنفيذية يمكن

التعرف على أماكن الضعف والمراحل التي يمكن أن تظهر عندها التشققات ويمكن مراجعة الحسابات للتأكد من أن التسليح كاف لتحمل ما تعرض له المنشأ من أحمال .

الحكم على المبنى والشقوق فيه

العوامل المؤثرة على تقويم المبنى

١ – المواد ، نوعية التنفيذ ، الأحوال الجوية ، طرق الاختبار ، الشخص المقوم .

٢ – ظروف المنشأ وطريقة التنفيذ .

٣ – أماكن الاختبارات وأثر اختبار العينات .

٤ – عمر الخرسانة .

٥ – تحليل التصدعات وتصنيفها .

نستطيع التمييز بين تشققات بسبب الحرارة أو بسبب تمدد المواد ، أو تشققات إنشائية غير خطيرة وبين تلك التي تكون خطيرة وبين تلك التي خطيرة على سلامة المنشآت . فالطرق على الخرسانة ، وتكسير بعض أجزائها وقياس سعة التشققات وعمقها ومدى تكرارها وانتشارها في الطباق الواحد وفي المبنى ككل ، قد يستطيع الخبير إعطاء حكم مباشر وعاجل دون اللجوء أجزاء اختبارات أخرى . فكم من نره عقدت لجان وعملت اختبارات على تشققات لا تعدو كونها تقلصات حرارية فقط .

٦ – تحليل النتائج .

٧ – تسجيل المعلومات وكتابة التقارير .

٨ – عدم كفاءة العمال وسوء المصنعية .

٩ – العينات ضعيفة .

خطوات العمل للحكم على سلامة المبنى

يجب أن تتوفر فى الشخص الأمور التالية :

١- الموهبة .

٢- الخبرة العملية ، تحليل التصدعات ، تعيين الاختبارات والاستفادة منها ، إيجاد الحل المناسب الآمن والاقتصادى .

٣- عدم التمييز بين التصدعات الخطيرة وغيرها يؤدى إلى :

(أ) التوسع فى الاختبارات الضرورية وغير الضرورة .

(ب) تأخير سرعة البث فى الحالات غير الخطيرة .

خطوات العمل لتقييم المبنى

١- الفحص الأولى (ترميمات إذا كانت تشققات حرارية أو بسبب اختلاف المواد أو تشققات ذاتية أو إنشائية غير خطيرة)

طرق إصلاح الشقوق :

لابد من تحديد أسلوب الإصلاح بناء على القويم الدقيق عن أسباب التشققات ومداها ويتم اختيار الأسلوب المناسب تبعا لما نرغب تحقيقه من الأهداف التالية :

١- استعادة المقاومة أو زيادتها .

٢- استعادة الصلابة أو زيادتها .

٣- تحسين الأداء الوظيفى للمبنى .

٤- إكساب المظهر الخارجى للخرسانة .

٥- تحسين المظهر الخارجى للخرسانة .

٦- تحسين متانة الخرسانة .

٧- منع وصول المواد التى تساعد على تآكل التسليح .

(أ) ويمكن اختيار إحدى طرق الإصلاح أو عدة طرق منها لتحقق هذه الأهداف متجمعة أو بعضها وهذا يعتمد على طبيعة الأضرار التى لحقت بالمبانى فعلى سبيل المثال ، يمكن إعادة مقاومة الشد بمراحل الشقوق بحقنه بمادة الابوكسى إلا أنه قد يكون ضروريا لزيادة المقاومة بإضافة تسليح أو اجهاد لاحق ويمكن استخدام الابوكسى بمفرده لاستعادة الصلابة ضد عزوم الانحناء إذا لم يمكن المتوقع حدوث تشققات أخرى فى المستقبل ولابد من التمييز فى الإصلاح بين الشقوق الساكنة والشقوق الحية والتى تسمى أيضا (بالنشطة) وهى تلك التى تكون عرضة لحركة أخرى مع الزمن وتستدعى أن تكون المادة المستعملة فى الإصلاح ملائمة لهذه الحركة .

(ب) إضافة خرسانة مسلحة بهدف تقوية القطاعات وتستعمل عادة فى تقوية الأعمدة والأساسات وأحيانا فى البلاطات .

طريقة العلاج :

١ - إزالة طبقة اللياسة ويفضل الوصول إلى التسليح الرئيسى .

٢ - جعل سطح الخرسانة خشنا حتى يمكن تحقيق الارتباط الجيد بين الخرسانة القديمة والحديثة .

٣ - وضع التسليح المناسب .

٤ - صب الخرسانة الحديثة على أن تكون من نوعية أعلى من مقاومة الخرسانة القائمة .

(جـ) إضافة التسليح :

١ – تسليح تقليدى إصلاح شقوق القص فى الجسور :

(أ) سد الشق بمادة مرنة .

(ب) عمل ثقوب عمودية تقريبا على اتجاه الشق بقطر حوالى ٢٠ مم .

(جـ) توضع أسياخ فى الثقوب ١٢ أو ١٦ مم وتمتد لمسافة لا تقل عن ٤٥ سم .

(د) نضع بعد ذلك مادة الابوكسى داخل الثقوب تحت ضغط منخفض

٢ – تسليح لاحق الإجهاد لهدف إصلاح عضو إنشائى كبير وخاصة عندما يتطلب الأمر إعادة قفل الشق .

٣ – عمل الغرز استعادة مقاومة الشد فى شق رئيسى :

(أ) عمل ثقوب على جانبى الشق ووضع تسليح حرف .

(ب) ملء الثقوب بمونة من الأسمنت والماء .

(جـ) تنفذ الغرز من جانبى المقطع الخرسانى ، إلا فى حالة الأعضاء المعرضة للعزوم تنفذ من الجهة المعرضة لاجهادات الشد .

(د) السد بمونة جافة لسد الشقوق الساكنة .

– تجهيز مونة أسمنتية لها نسبة (ماء ، أسمنت) منخفضة جدا . يملأ الشق بالمونة ويدك جيدا حتى يتم الترابط الجيد بين المونة .

(هـ) السد بمواد مرنة لإصلاح الشقوق النشطة .

– يتم الإصلاح بتوسيع الشق عند السطح ثم تنظيفه بالسقل الرملى وتيار هواء أو ماء متدفق أو كليهما ثم تملأ المنطقة بمادة مرنة ويجب أن يكون توسيع الشق بمقدار يتناسب مع متطلبات العرض والشكل لفاصل تمدد مائل ومن ثم يوضع مادة أخرى تمنع الترابط بين مادة الإصلاح والخرسانة عند السطح ثم يوضع غطاء من البلاستيك أو الالمنيوم .

السد بالحقن الكيمائى :

سد الشقوق الدقيقة بمواد الحقن الكيمائى عبارة عن محاليل مكونة من مركبين كيمائيين أو أكثر تتكون بتفاعليها مادة هلامية أو راسب أو رغوة .

السد بالحقن الابوكسى :

الحقن تحت ضغط مناسب فى أماكن مختلفة حول الشق .

الحقن بالأسمنت :

لمعالجة التشققات العريضة وخاصة فى الأعضاء الإنشائية ذات السمك الكبير .

استخدام طبقات تغطية لمعالجة شقوق السطح .

- مما تقدم نرى أن معظم حالات التشققات فى بلادنا قابلة للإصلاح والترميم كما أن التشققات فى الأعضاء غير الإنشائية ليست لها خطورة كبيرة قد تبدأ بقرب ظهور التشققات الإنشائية لهذا فهى تحتاج إلى استقصاء أسبابها ومراقبتها فإذا كانت بسبب الحرارة أو اختلاف المواد أمكن معالجتها بسهولة وإن كانت بسبب هبوط التربة استدعت حذرا كبيرا ومراقبة أدق كما أن التشققات فى البلاطات والجسور يسهل علاجها ولا تسبب انهيارات مفاجئة أما تشققات الأعمدة ورقابها والأساسات فهى شديدة الخطورة لأنها تؤدى إلى الانهيارات المفاجئة والسريعة .

- وقد ظهر فى الآونة الأخيرة أثار الإصلاح على الخرسانة والتسليح فى أجزاء من المبانى التى تقع تحت سطح الأرض ولا تظهر عادة للعين وذلك بسبب تراكم مياه المجارى أو الدفان والركام المحتوى على نسب عالية من الكبريتات والكلوريدات ولابد من معاينة هذه الأجزاء فى حالة ظهور أدنى شك لأن فى آثارها على الزمن قد تؤدى إلى خطر محقق .

– معظم حالات التشققات فى الوطن العربى تظهر نتيجة ضعف مقاومة الخرسانة بشكل كبير واعتقد بأن الخرسانة لو كانت جيدة نسبيا لما ظهرت تلك التصدعات لو لم تكن بتلك الدرجة من السوء .

معالجة الشروخ للخرسانة:

تعتبر معالجة الشروخ إحدى خطوات الترميم اللازمة لإعادة المبنى إلى حالته الأصلية وقد يحتاج الأمر إلى خطوات أخرى لتلافى حدوث الشروخ مرة أخرى ويتوقف ذلك على الدراسة الإنشائية وتحديد أسباب الشروخ وبالتالى خطوات العلاج اللازمة .

معالجة الشروخ الشعرية غير النافذة:

يمكن علاج الشروخ الشعرية الغير نافذة لأعماق كبيرة والمنتشرة بشكل غير منظم فى ٥٥ . الأسطح الخرسانية والتى تتكون عادة من زيادة انكماش الخرسانة بدهانها عدة أوجه بما إيبوكسية منخفضة اللزوجة يمكنها التسرب داخل الشروخ الشعرية مثل مادة الكيمابوكسى ١٠٣ أو الكيمابوكسى ١٠٣ تى وفى جميع الأحوال ، يجب أن يكون سطح الخرسانة تام الجفاف ونظيفا وخاليا من أجزاء الخرسانة الضعيفة أو المفككة أو زيد الأسمنت .

معالجة الشروخ الأفقية قليلة الاتساع :

فى حالة الشروخ الأفقية قليلة الاتساع تتم المعالجة على الوجه التالى :

– يتم توسيع الشروخ من أعلى بعرض ٥مم على الأقل.

– فى حالة الشروخ النافذة حتى السطح المقابل للخرسانة يتم سد الشرخ من الجهة الأخرى باستعمال المونة الايبوكسية كيما بوكسى ١٦٥ أو المونة الأسمنتة البولموية .

- يتم تنظيف الشروخ جيداً وإزالة الأجزاء المفككة من الخرسانة ولا يتم علاج الشروخ بهذه الطريقة إلا فى حالة تمام جفاف سطح الخرسانة .
- يتم صب مادة ايبوكسية قليلة اللزوجة مثل مادة كيما بوكسى ١٠٣ أو كيما بوكسى ١٠٣ تى داخل الشروخ مباشرة حتى يمتلئ .

معالجة الشروخ العميقة بطريقة الحقن :

تصلح طريقة معالجة الشروخ بالحقن تحت تأثير ضغط الهواء لجميع أنواع الشروخ الخرسانية الأفقية والرأسية سواء كان الشرخ من جهة واحدة أو نافذ إلى السطح الآخر من الخرسانة ويتم حقن الشروخ طبقاً للخطوات التالية :

- يحدد مسار الشرخ ويتم توسيعه إلى عمق وعرض ١ - ٢ سم .
- يملأ الشرخ بمونة ايبوكسية مثل مادة كيما بوكسى ١٦٥ ويتم العمل من الجهتين فى حالة الشروخ النافذة .
- تعمل ثقوب فى السطح السابق ملئه بالمونة الايبوكسية (من جهة واحدة فقط فى حالة الشروخ النافذة) وذلك على مسافات تتراوح بين ٢٥ - ٥٠ سم وبعمق يتحدد طبقا لعمق الشرخ ودرجة مسامية الخرسانة وتثبت مواسير معدنية فى الثقوب .
- يبدأ الحقن من أسفل من خلال المواسير المعدنية بعد تثبيت صمام مانع للرجوعية ويتم الحقن باستعمال مواد ايبوكسية قليلة اللزوجة مثل مادة كيما بوكسى ١٠٣ ويستمر الحقن حتى خروج مادة الحقن من الماسورة العلوية التى تلى النقطة التى يتمْ الحقن من خلالها مباشرة .
- بعد إتمام الحقن من جميع النقاط يتم الحقن من الوجه الآخر فى حالة الشروخ النافذة .

معالجة الشروخ المتسعة :

فى حالة الشروخ المتسعة والنافذة يتم العلاج على الوجه التالى :

- ينظف الشرخ وتزال جميع الأجزاء المفككة بالهواء المضغوط .

- يتم ملء الشرخ باستعمال إحدى المواد التالية :

- المونة الأسمنتية اليولموية (مونة الايبوند ٦٥)

- المونة الأسمنتية البولمرية المسلحة بالألياف (مونة كونفيس ٢ إف)

- المونة الايبوكسية (مونة كيما بوكسى ١،٥٦)

- فى حالة المونة الأسمنتية البولمرية والمونة الأسمنتية البولمرية المسلحة بالألياف يتم ترطيب الشرخ بالمياه ثم طرطشة الأسطح بطبقة من روبة الايبوند قبل ملء الشرخ مباشرة .

- فى حالة استعمال المونة الايبوكسية ، يجب أن سكون السطح جافا تماما ويدهن بطبقة من الكيما بوكسى ١٥٠ قبل ملئه بمونة كيما بوكسى ١٦٥

معالجة شروخ المبانى :

فى حالة شروخ المبانى تتم المعالجة على الوجه التالى :

- يتم تفتيح الشرخ على هيئة حرف V وتزال جميع أجزاء المبانى المفككة

- ينظف السطح الداخلى للشرخ بالهواء المضغوط ويرطب بالمياه .

- يدهن السطح الداخلى بروبة الاديبوند ٦٥ .

- يملأ الشرخ بمونة كونفيس ٢ إف .

- فى بعض الأحوال (مثل حالة الشروخ الإنشائية فى الحوائط الحاملة) يتم تزرير الشرخ باستعمال أشاير من حديد التسليح على هيئة حرف U على

مسافات تتراوح بين ٢٥ سم إلى ٥٠ سم ، وتثبيت الأشاير بعمل ثقوب على جانبي الشرخ باستعمال الشنيور وتملأ هذه الثقوب بمونة الاديبوند ٦٥ وتزرع فيها الأشاير ، ويفضل دهان الأشاير قبل زرعها بمادة كيما بوكسى ١٣١ المانعة للصدأ.

تقوية وترميم الأعمدة الخرسانية :

يتم تقوية الأعمدة فى الأحوال التالية :

- الرغبة فى زيادة حمل العمود سواء بسبب زيادة عدد الأدوار أو بسبب الخطأ فى التصميم .
- مقاومة الانضغاط لخرسانة العمود أو نسبة ونوعية حديد التسليح أقل من المنصوص عليه فى المواصفات القياسية .
- وجود ميل فى الأعمدة أكثر من المسموح به فى المواصفات القياسية .
- وجود هبوط فى الأساسات .

ويتم ترميم الأعمدة فى الأحوال التالية :

- وجود شروخ مؤثرة فى العمود .
- وجود صدأ فى حديد التسليح وتطبيل فى الغطاء الخرسانى.
- وجود تعشيش مؤثر فى خرسانة العمود .

إضافات الخرسانة :

- إضافات الخرسانة هى مواد كيميائية تضاف إلى الخرسانة والمونة الأسمنتية أثناء عملية الخلط بنسبة تصل من ٠,١٥ % إلى ٤ % من وزن الأسمنت فتحسن من خواصها أو تكسبها خواص جديدة لاستعمال معين أو طريقة تشغيل

مطلوبة لظروف خاصة .

– تعتبر إضافات الخرسانة من المواد الرئيسية لإنتاج خرسـانة ومونـة خاصة تناسب متطلبات أعمال الترميم والتقوية للمنشآت الخرسانية ويتوفر حاليا نوعيات كثيرة من الإضافات ذات خواص مختلفة.

أما الإضافات المستعملة على نطاق واسع فى أعمال الترميم فهى علـى الوجه التالى :

أولا الملينات :

تعتبر أكثر الأنواع شيوعاً فى الاستعمال نظراً لتأثيرها الواضح علـى خواص الخرسانة ولانخفاض أسعارها وتتوفر بنوعين :

- إضافات تقليل المياه مع عدم التأثير على زمن الشك (اديكريت BV)
- إضافات تقليل المياه مع تأخير زمن الشك (اديكريت BVD)

تستعمل الملينات على نطاق واسع فى أعمال ترميم المنشآت الخرسانية وتوفر الفوائد التالية :

- زيادة قابلية التشغيل بدون التأثير على مقاومة الانضغاط .
- زيادة مقاومة الانضغاط .
- التوفير فى استهلاك الأسمنت .
- سهولة صب الخرسانة عند زيادة نسبة حديد التسليح .
- تقليل الانكماش وتفادى الشروخ الشعرية .
- الحصول على خرسانة متجانسة تحتوى على أقل نسبة من الفراغات .
- الحصول على خرسانة ذات مقاومة انضغاط عالية فى الأعمار المبكرة
- الحصول على خرسانة مقاومة لنفاذية المياه .
- تفيد كذلك الملينات ذات خواص تأخير زمن الشك فى صب المساحات

الكبيرة مع تفادى فواصل الصب وتفيد كذلك فى حالة صب الخرسانة فى الأجواء الحارة أو نقل الخرسانة لمسافات وذلك بجانب الفوائد الأخرى المذكورة سابقاً .

ثانيا : الملينات ذات الكفاءة العالية

– تعتبر فوائد استعمال الملينات ذات الكفاءة العالية هى نفس فوائد استعمال الملينات العادية مع زيادة كبيرة فى قيمة التحسن فى خواص الخرسانة حيث تصل نسبة الزيادة فى مقاومة الانضغاط عند استعمال الملينات ذات الكفاءة العالية إلى ١٧٥% وتصل نسبة تخفيض مياه الخلط إلى ٢٠ % فى حين تصل نفس هذه الخواص إلى ١٣٥ % ، ١٥ % على التوالى فى حالة استعمال الملينات العادية.

– تتميز الملينات ذات الكفاءة العالية بإمكانية الحصول على زيادة من نسب تحسن خواص الخرسانة بزيادة النسب المستعملة من الإضافات بعكس الملينات العادية التى تتحسن فيها خواص الخرسانة بزيادة النسبة المستعملة من الإضافات حتى نسبة محددة لا يفيد بعدها أى زيادة فى نسب الإضافات المستعملة

تتوفر الملينات ذات الكفاءة العالية بنوعين :

– إضافات تقليل المياه مع عدم التأثير على زمن الشك (أديكريت BVF)

– إضافات تقليل المياه مع تأخير زمن الشك (أديكريت BVS)

تفيد الملينات ذات الكفاءة العالية بوجه خاص فى الحصول على خرسانة ذات قوة مبكرة عالية مما يساعد على سرعة فك الشدات الخرسانية وتتميز أيضا بزيادة خاصية تقليل الانكماش فى الجرعات الكبيرة مما يساعد على تفادى شروخ الانكماش نهائياً .

ثالثا إضافات تقليل نفاذية الماء :

يمكن تعريف إضافات تقليل نفاذية الخرسانة بأنها مواد تساعد على تقليل مسام الخرسانة وجعلها غير مستمرة ، وكذا تساعد على طرد أو مقاومة دخول المياه بالخاصية الشعرية إلى مسام الخرسانة .

توفر إضافات تقليل المياه الفوائد التالية :

- إنتاج خرسانة ومونة قليلة النفاذية مما يساعد على سهولة عملية العزل .
- تقليل النفاذية بساعد على زيادة مقاومة الخرسانة للكيماويات والأملاح والمياه الجوفية .
- زيادة قابلية التشغيل وتقليل مياه الخلط يحسن الخواص الأخرى للخرسانة
- عند استعمال هذه الإضافات بجرعات كبيرة ، يكون لها تأثير مبطئ للشك مما يقلل فواصل الصب وشروخ الانكماش .

رابعا إضافات زيادة الحجم :

- عبارة عن إضافات كيميائية على هيئة مسحوق تعمل على زيادة حجم الخرسانة ورفع قابلية التشغيل وتفيد فى أعمال ترميم وتقوية المنشآت .
- تستعمل هذه الإضافات لإحداث زيادة محكومة فى حجم الخلطة ويحدث التمدد أثناء الشك الابتدائى للأسمنت مما يضمن التصاق دائم وموجب لجميع أجزاء الفجوات المراد ملؤها .
- كذلك تؤدى زيادة قابلية التشغيل وتخفيض نسبة مياه الخلط إلى زيادة مقاومة الانضغاط للخرسانة فى ظروف محكمة الأبعاد .
- من أمثلة إضافات زيادة الحجم مادة أدى جراوت من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث .

الخرسانة الخاصة لأعمال الترميم :

المقصود بالخرسانة الخاصة هو إنتاج خرسانة ذات خواص معينة تناسب متطلبات أعمال الترميم والتقوية وعادة تتميز الخرسانة بالخواص التالية :

- مقاومة انضغاط عالية .
- نسبة قليلة من الانكماش .
- نفاذية منخفضة للمياه .
- درجة تشغيل عالية بدون مياه الخلط .

تنتج هذه الخرسانة بإتباع الخطوات التالية :

- استعمال نسب عالية من الاسمنت تصل إلى ٥٠٠ كجم / م٣ .
- استعمال ركام مدرج نظيف .
- استعمال نسب منخفضة من مياه الخلط .
- إتمام الخلط والدمك ميكانيكيا .
- معالجة الخرسانة بعناية بعد الصب .
- استعمال الإضافات المناسبة للحصول على الخواص المطلوبة .

المونة والخرسانة البولمرية الأسمنتية :

تتكون المونة الخرسانية الأسمنتية البولمرية من نفس مكونات المونة والخرسانة العادية بالإضافة إلى مستحلبات لمواد بولمرية مثل مستحلب أسيتات البولى فينيل **Polyvinyl acetate** (اديبوند من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث) أو البوتادين ستيرين **Butadien styrene** (اديبوند ٦٥ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث)

يتكون محلول الخلط المستعمل فى إنتاج المونة أو الخرسانة البولمرية

الأسمنتية من الماء والاديبوند ٦٥ بنسبة ١ : ١ إلى ٤ : ١ وتطابق خواص الاديبوند ٦٥ المواصفات الأمريكية (ASTM C631)

تتميز المونة أو الخرسانة البولمرية الأسمنتية بالخواص التالية :

- زيادة قوة الالتصاق على أسطح مواد البناء المختلفة .
- زيادة المقاومة لاجهادات الاتضغاط والشد والانحناء والبرى والصدم .
- زيادة خاصية المرونة.
- تقليل الانكماش مما يساعد على تفادى الشروخ.
- زيادة قابلية التشغيل وتقليل مياه الخلط .
- تقليل نفاذية المياه خاصة بالنسبة للاديبوند ٦٥ .
- زيادة مقاومة الأملاح والكيماويات .
- الجدول رقم (١٩) يبين خواص المونة التى تتكون من الرمل والأسمنت بنسبة ٣ : ١ والاديبوند ١٥ والماء بنسبة ١ : ٥

جدول رقم (١٩) خواص المونة الأسمنتية البرلمرية المستعمل فيها أديبوند ٦٥ :

الخواص	الخلطة القياسية	خلطة اديبوند ٦٥
مقاومة الانضغاط (كجم / سم٢)	٣١٥	٣٣٦
مقاومة الشد (كجم / سم٢)	٢٢	٤٤
مقاومة الانحناء (كجم / سم٢)	٤٣	١٠٠
قوة التماسك (كجم / سم٢)	١٤	٤٥
معاير المرونة (كجم / سم٢)	$٢,٢٨ \times ١٠^{٥}$	$١,١٥ \times ١٠^{٥}$
مقاومة البرى % الفاقد بالوزن	٢٤	٢,٥٠
مقاومة الصدم (جول)	٠,٦٨	٢,١٥

المونة والخرسانة البولمرية :

تتكون المونة والخرسانة البولمرية من المواد التالية :

- المواد البولمرية السائلة مثل راتنج الايبوكسى أو البولى ايستر
- المواد الناعمة مثل الاسمنت أو بودرة الكوارتز

تورد المواد البولمرية على هيئة مركبين سائلين يتم خلطهما فى الموقع بالنسب المحددة من المنتج ثم تضاف المواد المالئة والمواد الناعمة بالنسب المحددة ويعاد الخلط ويجب أن يتم الخلط ميكانيكيا والمدة لا تقل عن ٥ دقائق النسب التالية :

- المواد الناعمة حوالى ١٠ % إلى ٣٠ % من المواد المالئة .
- نسبة المواد البولمرية إلى المواد الصلبة من ١ : ١ إلى ١ : ٨ .
- الجدول رقم (٢٠) يبين الخواص الميكانيكية للمونة الايبوكسية المستعمل فيها مادة كيمابوكسى ١٥٠ مع نسب مختلفة من المواد المالئة .

جدول رقم (٢٠) خواص المونة الايبوكسية :

الخواص	القيمة
الكثافة (طن / سم٢)	١,٨ — ٢,١
مقاومة الانضغاط (كجم / سم٢)	٥٠٠٠ — ١٠٠٠٠
مقاومة الانحناء (كجم / سم٢)	٢٠٠ — ٤٠٠
مقاومة الشد (كجم / سم٢)	١٥٠ — ٢٥٠
مقاومة الالتصاق (كجم / سم٢)	أكثر من مقاومة الشد للخرسانة
مقاومة البرى(كجم /٥٠ سم٢)	١ — ٦
مقاومة الحرارة (درجة مئوية)	رطب ٠,٦٠ جاف ١٤٠

تستعمل المونة الايبوكسية فى ترميم المنشآت الخرسانية وملء الشروخ العريضة وكغطاء نهائى للأرضيات الخرسانية وفى حشو الفراغات أسفل الأعمدة الحديدية والماكينات وفى لصق معظم مواد البناء .

خرسانة الألياف :

تتكون خرسانة الألياف من المواد التالية :

- مكونات الخرسانة العادية مع نسب عالية من الأسمنت .
- ألياف الصلب أو ألياف الفيبر جلاس .
- إضافات زيادة السيولة فائقة الجودة.

وتتميز هذه النوعية من الخرسانة بالخواص التالية:

- زيادة مقاومة الانحناء بنسبة تصل إلى ٨٠ %
- زيادة مقاومة الانضغاط بنسبة تصل إلى ٢٥ %
- زيادة مقاومة الشد بنسبة تصل إلى ٧٥ %
- زيادة مقاومة المبكرة بنسبة تصل إلى ٥٠ %
- زيادة مقاومة للصدمات بنسبة تصل إلى ٢٠٠٠ % .
- تقليل مقدار الانبعاج للكمرات.
- تقليل الشروخ عن الانكماش .

تستعمل خرسانة الألياف فى الأغراض التالية :

- ملء الشروخ فى الوحدات الخرسانية .
- إعادة ترميم الطرق وممرات الطائرات وأرضيات المصانع .
- الطبقات الخرسانية المعرضة للبرى .
- قمصان الأعمدة الخرسانية .
- تغليف الأعمدة الحديدية بغرض وقايتها من العوامل الخارجية .
- الأساسات المعرضة للاهتزازات والأحمال المتحركة .
- الأبنية والمنشآت الحربية .

وتختلف نسبة الألياف المستعملة طبقاً لنوعية الألياف والخواص المطلوبة

وتتراوح نسبة الألياف بين ١ % إلى ٦ % من وزن الخرسانة .

ويتوفر حالياً بالسوق المصرية نوعان من الألياف المناسبة لإنتاج خرسانة الألياف :

– ألياف الهاركس المتنوعة من الصلب الغير قابل للصدأ والتي تتراوح طولها بين ١٥ ، ٣٠ مم والتي تتميز بسهولة خلطها مع مكونات الخرسانة بانتظام بدون الحاجة إلى معدات خاصة .

– ألياف الفيبرجلاس التي تتميز بمقاومة عالية للقلويات والمواد الكيميائية بصفة خاصة مما يجعلها مناسبة للاستعمال مع الخلطات الأسمنتية والخلطات الجبسية .

المونة الأسمنتية المسلحة بالألياف :

عبارة عن مونة أسمنتية معالجة بلدائن صناعية وإضافات لزيادة المقاومة وتقليل الانكماش ومسلحة بألياف من الفيبرجلاس المقاوم للقلويات و يخلط بالماء فقط أثناء التشغيل وتقوم شركة كيماويات البناء الحديث بإنتاج مونة الألياف الجاهزة تحت اسم كونفس ٢ إف .

– تستعمل مونة الألياف فى ترميم الشروخ وملء الفراغات والتعشيش وترميم سوك الأعمدة والسلالم ولإصلاح جوانب فواصل التمدد والانكماش وفى عمل طبقات التسوية عالية المقاومة وعمل طبقات البياض ذات المقاومة العالية للنفاذية .

– تتميز مونة الألياف بمقاومة عالية للاجهادات الميكانيكية خاصة اجهادات الشد والانحناء والصدم والبرى ومعامل مرونة ودرجة انكماش مخفضة تساعد على تفادى الشروخ وقوة التصاق عالية على أسطح مواد البناء المختلفة .

المونة الأسمنتية ذاتية السيولة قليلة الانكماش :

- تتكون المونة الأسمنتية ذاتية السيولة قليلة الانكماش من خليط من الأسمنت والكوارتز المدرج وإضافات كيميائية لزيادة قابلية التشغيل وزيادة التلاصق على جميع الأسطح مع احتفاظ المونة بنفس الحجم بعد الشك والتصلد .

- تورد المونة الأسمنتية ذاتية السيولة قليلة الانكماش على هيئة مسحوق يخلط بالماء بنسبة ٨ % إلى ١٢ % من وزن المسحوق طبقاً لدرجة السيولة المطلوبة .

تتميز المونة الأسمنتية ذاتية السيولة بالخواص التالية :

- مقاومة انضغاط نهائية عالية .
- ذاتية السيولة مما يساعد على ملء الشروخ وحشو الفراغات .
- قليلة الانكماش مما يساعد على تفادى حدوث الشروخ .
- قوة التصاق عالية على جميع الأسطح .

تستعمل المونة الأسمنتية ذاتية السيولة قليلة الانكماش فى أعمال ترميم وتقوية المنشآت الخرسانة خاصة أعمال ماء الشروخ والفجوات والتعشيش وقمصان الأعمدة والكمرات .

المواد اللاصقة لأعمال الترميم .

أولا : روبة المستحلبات البولمرية :

وتتكون روبة المستحلبات البولمرية من مخطوط الأسمنت والرمل بنسبة ١ : ١ ومخلوط الماء والمستحلبات البولمرية مثل الاديبوند ٦٥ ، بنسبة ١ : ١ إلى ٣ : ١ ، وتختلف نسبة المواد الصلبة إلى المواد القديمة بالخرسانة الجديدة وترش الروبة على الأسطح بأسماك لا تقل عن ٥ مم قبل صب المونة أو الخرسانة مباشرة .

ثانيا: المواد الايبوكسية للحام الخرسانة القديمة بالجديدة :

عبارة عن مواد سائلة اللزوجة أساسها مادة الايبوكسي على هيئة مركبين تخلط وتدهن على الخرسانة القديمة قبل صب الخرسانة الجديدة ، مباشرة وتزيد من مقاومة الشد للخرسانة وتستعمل فى أعمال الترميم خاصة أعمال قمصان الأعمدة والكمرات وغيرها .

وتتوفر هذه المواد تحت الاسم التجارى كيمابوكسى ١٠٤ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث .

ثالثا : المونة الايبوكسية اللاصقة والمالئة للشروخ :

عبارة عن مونة ايبوكسية خالية من المذيبات على هيئة مركبين يتم خلطها قبل الاستعمال مباشرة وتستخدم فى ترميم الشروخ الخرسانية واللحام جميع أنواع المواد مثل الحديد والخرسانة وأشاير حديد التسليح فى الخرسانة وتثبيت الجوايط وعمل الطبقات المقاومة للاحتكاك والأكل والأحمال الميكانيكية والمواد الكيماوية .

وتتميز هذه المونة بالخواص التالية :

- مقاومة عالية للانحناء تصل إلى ٢٥٠ كجم / سم٢ .
- مقاومة عالية للانضغاط تصل إلى أكثر من ٦٠٠ كجم / سم٢ . *
- مقاومة عالية للتماسك مع الخرسانة تصل إلى أكثر من ٢٥ كجم / سم٢
- مقاومة عالية الاحتكاك .
- مقاومة عالية للكيماويات .
- غير قابلة للانكماش .

وتنتج هذه المونة فى شركة كيماويات البناء الحديث تحت اسم

كيمابوكسى ١٦٥ .

المواد الايبوكسية لحقن الشروخ :

عبارة عن مواد ايبوكسية من مركبين يتم خلطها قبل الاستعمال مباشرة وتتميز هذه المواد بدرجة لزوجة منخفضة تضمن إمكانية تسرب كبيرة إلى أعماق الشروخ قليلة الاتساع وتتميز أيضاً بقوة التصاق عالية مع الخرسانة ويجب ألا تحتوى هذه المواد على أى مواد مذيبة تتطاير بعد تمام الجفاف والتصلد وتساعد على تكون الفراغات .

ومن أمثلة المواد الايبوكسية المستعملة فى حقن الشروخ مادة كيمابوكسى ١٠٣ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث .

المواد الايبوكسية لحماية الخرسانة والحديد :

أولا: الدهانات الايبوكسية الأولية :

وتستعمل الدهانات الايبوكسية الأولية فى تقوية الأسطح وسد مسام الخرسانة لانخفاض لزوجتها وتستعمل هذه الدهانات كطبقة أولية قبل دهان الطبقات النهائية العازلة .

ومن أمثلة الدهانات الأولية الايبوكسية للأسطح الأسمنتية مادة الكيمابوكسى ١٠١ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث والتى تتكون من مركبين تخلط قبل الاستعمال مباشرة بحيث لا تزيد فترة التشغيل عن ٦٠ دقيقة ويبلغ معدل الاستهلاك حوالى ٢٠٠ جم / م٢ للوجه الواحد .

وتستعمل الدهانات الأولية من مواد الايبوكسية المعالجة بالزنك فى مقاومة تآكل الحديد وحمايته من الصدأ ويمكن استخدامه كمواد دهان أولية

ونهائية فى نفس الوقت .

ومن أمثلة الدهانات الأولية الايبوكسية للأسطح الحديدية مادة الكيما بوكسى ١٣١ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث والتى تتكون من مركبين تخلط قبل التشغيل بحيث لا تزيد فترة التشغيل عن ٤٥ دقيقة ويبلغ معدل الاستهلاك حوالى ٢٥٠ جم / م٢ للوجه الواحد .

ثانيا : الدهانات الايبوكسية النهائية التى لا تحتوى على مذيبات :

تتميز هذه النوعية من الدهانات النهائية بعدم احتوائها على مواد مذيبة مما يزيد من فاعليته مقاومتها للمواد الكيميائية ومن أمثلة هذه المواد الكيما بوكسى ١٥٠ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث والتى تتكون من مركبين تخلط قبل الاستعمال مباشرة وتشغل فى لا تزيد فترة التشغيل عن ٤٥ دقيقة وقت زيادة وقت التشغيل حسب الطلب .

تدهن هذه الدهانات بمعدل استهلاك حوالى ٢٥٠ جم /م٢ للوجه الواحد ويفضل دهان وجهتين على الأقل .

ويتوفر حاليا دهانات نهائية ملونة لا تحتوى على مذيبات مثل مادة كيما بوكسى ١٥١ ويفضل دهانها وجهين على الأقل بمعدل ٤٠٠ جم / م٢ وتستعمل الدهانات النهائية التى لا تحتوى على مذيبات للخرسانة والحديد .

ثالثا : الدهانات النهائية التى تحتوى على مذيبات :

تستعمل هذه الدهانات كمواد عازلة للأسطح الخرسانية والحديدية وتتميز بسهولة التشغيل وانخفاض معدل الاستهلاك بالمقاومة بالدهانات النهائية بالمواد التى لا تحتوى على مواد مذيبة .

ومن أمثلة هذه المواد الكيما بوكسى ١٢٩ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث والتى تتكون من مركبين ويبلغ فترة تشغيلها ٦٠ دقيقة بمعدل استهلاك ٢٠٠ – ٣٠٠ جم /م٢ .

يدهن الكيما بوكسى ١٢٩ على طبقة من البرايمر من الكيما بوكسى ١٠١ على الخرسانة و الكيما بوكسى ١٣١ على الحديد ، ويتوفر الكيما بوكسى ١٢٩ بألوان متعددة .

رابعا : الدهانات الايبوكسية المعالجة بالقار :

تتميز الدهانات الايبوكسية المعالجة بالقار بمقاومة فائقة للكيماويات والمياه الجوفية ومياه المجارى وتستخدم على الأسطح الخرسانية والحديدية مباشرة بدون الحاجة إلى دهان أولى .

ومن أمثلة هذه المواد الكيما بوكسى ١١٠ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث والتى تنتج على هيئة مركبين قبل الاستعمال وتستعمل فى فترة لا تزيد عن ٦٠ دقيقة بمعدل استهلاك حوالى ١٥٠ جم / م٢ على الأسطح المعدنية ٢٠٠ جم / م٢ على الأسطح الخرسانية وعادة يفضل دهان وجهين أو أكثر من مادة اليمابوكسى ١١٠ طبقاً للمواد التى سوف يتعرض لها السطح .

خامسا : الدهانات الايبوكسية المرنة :

تستعمل هذه النوعية من الدهانات كعازل له القدرة على تغطية الشروخ الشعرية للأسطح الخرسانية حيث تزيد بمقدار امتطاط هذه المواد إلى أكثر من ٩٠ % وفى حالة الأسطح الخرسانية الضعيفة أو التى تحتوى على شروخ شعرية تستعمل هذه الدهانات على دهان أولى من كيما بوكسى ١٠١ .

ومن أمثلة هذه المواد الكيما بوكسى ١٧٥ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث والتى تتكون من مركبين تستعمل بعد الخلط فى فترة تشتغل لا تزيد عن ٤٥ دقيقة بمعدل استهلاك حوالى ١ كجم / م٢ لكل ١ مم .

ويتوفر أيضا نوعية من الدهانات الايبوكسية المرنة العازلة المعدلة بالقار مثل مادة كيما بوكسى ١٧٥ من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث وتتميز هذه الدهانات بزيادة المرونة حيث يصل مقدار الامتطاط إلى ١٤٠ ٪ كذلك تكون فترة التشغيل أطول وتصل إلى ١٢٠ دقيقة .

وتتميز أيضا هذه الدهانات بمقاومة فائقة المواد الكيميائية بجانب تميزها فى تغطية الشروخ .

سادسا : المونة الايبوكسية لملء عراميس طوب الصرف الصحى :

تستعمل هذه المونة فى ملء العراميس بين الطوب المقاوم للأحماض المستعمل فى تبطين ترنشات وبيارات الصرف الصحى وتنتج بمواصفات خاصة سواء من ناحية مقاومتها للمواد الكيميائية أو من ناحية قوة تلاصقها على الأسطح الرطبة وزيادة مرونتها للائم الاستعمال فى حشو الفراغات بين عراميس الطوب .

وتتوفر مواد ملء عراميس طوب الصرف الصحى تحت اسم كونكريتن من إنتاج شركة كيماويات البناء الحديث .

سابعا : البلاط المقاوم للمواد الكيميائية :

استحدثت شركة كيماويات البناء الحديث نوعية من البلاط المقاوم للمواد الكيميائية وهو عبارة عن بلاط مركب القطاع يتكون من طبقتين الطبقة

السطحية من مونة ايبوكسية تتكون من مواد ايبوكسية ومواد مالئة خاصة مقاومة للعوامل الكيميائية والطبقة السفلى من مونة أسمنتية بوليمرية خاصة تقاوم التغير فى الشكل الذى يحدث عادة فى الوحدات الجاهزة المصنعة من المواد البوليمرية مثل الرخام الصناعى .

ينتج هذا البلاط تحت اسم مومومكس بأبعاد ٣٠ × ٣٠ × ٢ سم وبألوان متعددة ويناسب الاستعمال فى تغطية الأسطح والحوائط المعرضة لفعل المواد الكيميائية بطريقة سهلة ومضمونة .

يركب هذا البلاط بطريقة تركيب البلاط العادى وتملأ العراميس بمونة ايبوكسية مثل مادة كيما بوكسى ١٦٥ .

تتميز هذه البلاطات بالمميزات التالية :

- مقاومة عالية للكيماويات .
- سهولة فى التركيب بمقارنته بالمونة أو الدهانات الايبوكسية التى يتم عملها فى الموقع .
- ضمان ثبات درجة كفاءة الكيماويات نظرا لتصنيع البلاط تحت ظروف ثابتة .
- ضمان استواء ونعومة السطح بالمقارنة بالمونة الايبوكسية التى تصب فى مكانها بالموقع .
- سرعة التنفيذ وسرعة استعمال الأسطح .
- اقتصادى فى التكاليف .

المواد العازلة

أعمال الطبقات العازلة

تعمل الطبقات العازلة لعزل المبانى ومنع وصول الرطوبة إلى دخل المبنى أو إفسادها لمواد البناء وقد تستخدم هذه الطبقات للعزل ضد الحرارة وقد تستخدم للعزل ضد الصوت . ويمكن تقسيم لطبقات العازلة ضد المياه والرطوبة والشائع استعمالها إلى :

١ – الاسفلت الطبيعى :

عبارة عن حجر بنى مشبع بالبيتومين يجرش ويصحن ويحول إلى بودرة ناعمة تشبه البن فى شكلها وإذا أضيف الرمل إلى المسحوق السابق يمكن استعمال الناتج كطبقة عازلة للحوائط والأرضيات بعد إضافة البيتومين إليها وإذا فرشت المواد السابق ذكرها على الأرض وتعرضت لحرارة شديدة تحولت إلى طبقة من الأسفلت الأملس ويستعمل هذا النوع من المواد العازلة فى تبليط الشوارع وإذا وضع المخلوط السابق فى قوالب وعرضت هذه القوالب للحرارة تحت ضغط شديد نتج لنا الطوب الاسفلتى الذى يستعمل فى تبليط الأرضيات وكطبقة عازلة

٢ – الخيش المقطرن :

الخيش المقطرن عبارة عن لفائف من الشمع المقطرن يستخدم فى عزل الحوائط والأسقف وتكون هذه اللفائف بعرض تسعين (٩٠) سم وحوالى عشرين (٢٠) متر طولى ويتميز هذا النوع من المواد العازلة أنه لزج وطرى وسهل التشكيل وتلصق هذه اللفائف على الحوائط والأسقف بالبيتومين الحار مع

عمل ركوبات طوليه وعرضية بعرض يتراوح من ١ سم إلى ١٥ سم وقد يسلح هذا النوع من الطبقات العازلة برقائق من الألومنيوم لتقويته وضمان عدم نفـــاذ الماء منه .

ويلاحظ عند لصق هذا النوع من المواد العازلة أن لفائفه تتشقق بتأثير العوامل الجوية ولذا يجب أن تدهن الأسطح الخرسانية المراد لصق الطبقات العازلة عليها بالبيتومين وكذلك تدهن بالبيتومين بعد لصقها .

وتنقسم الطبقات العازلة إلى :

(أ) طبقات عازلة ضد الماء والرطوبة .

(ب) طبقات عازلة ضد الحرارة .

(جـ) طبقات عازلة ضد الصوت .

وسنكتفى هنا بذكر النوع الأول من هذه الطبقات إذ أنه أكثر الطبقات السابقة أهمية بالنسبة لإنشاءات المبانى العازلة .

أعمال الطبقات العازلة ضد الماء والرطوبة .

أولا : المواد الخام المستخدمة :

١ - أسفلت

٢ - بيتومين عادى

٣ - بيتومين مؤكسد

٤ - زلط رفيع

٥ - رمل خشن

٦ - خشب حريق

٧ - خيش مقطرن

٨ - مشمع

٩ - اسفلتويد

١٠ - دورتكت

١١ - جلاسفلت

١٢ - نيرول

ثانيا : أنواع الطبقات العازلة للرطوبة :

١ - طبقة أسفلت

٢ - طبقة خيش مقطرن

٣ - طبقتين خيش مقطرن

٤ - دهان باليبومين

٥ - دبطة اسفلتويد

٦ - طبقة دورتكت أو طبقتين دورتكت

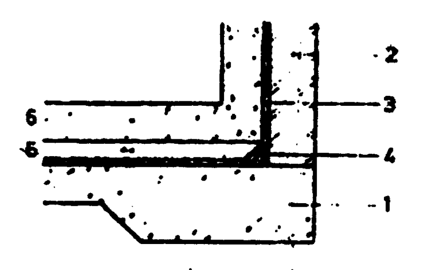
٧ - دهان بالنيرول

٨ - المواد الايبوكسة مذكورة بالتفصيل فى إضافات الخرسانة

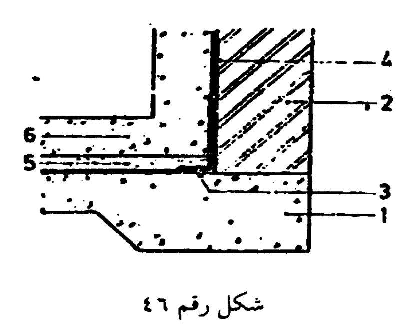
عزل الأساسات :

(أ) عند الحاجة إلى عزل الأساسات التى على نستوى أقل من مستوى سطح الأرض يوضح الأساس الخرسانى ويبنى الحائط الخارجى بارتفاع ١٥ مللى فوق سطح الأرض حيث توضع طبقة الأسفلت على طبقـات فـوق السـطح الداخلى لقاعدة البلاطة والحوائط الجارجية ويعمل فى الوصلة الداخلية زوايا ميل بين الطبقة العازلة الأفقية والرأسية حيث يوضع الرمل والأسمنت أفقيا لكى يكون طبقة من الأسفلت ثن تصب بعد ذلك طبقة من المونة الأسمنتة للحصول علـى طبقة واقية للأسفلت والحائط الخرسانى الداخلى تتحمل الأحمال وتمنع تعـرض

الاسفلت للقوة الناتجة عن ضغط الماء (شكل ٤٥)



شكل رقم ٤٥



شكل رقم ٤٦

١ - قاعدة خرسانية

Hardener B (المصلب) وتكون نسبة إلى غالبا هى ٢ : ١ أو حسب التركيبة والاختبارات التى سيرد شرحها طبقا للشركة المنتجة وغرض الاستخدام.
(٢) يتم خلط المركبين جيدا بواسطة شنيور مركب عليه ذراع فى نهايته قرص دائرى بع ثقوب للتقليب ويتم ثقب بالغطاء لمرور هذا الذراع منها لتطاير رزاز الايبوكسى .

الاحتياطات اللازمة عند استعمال المواد الايبوكسية :

(١) كما ذكرنا يجب أن يكون الخلط بشنيور مركب عليه قرص مع خلط كسية تكفى للاستخدام لمدة ٤٠ دقيقة لأن فترة تصلب الايبوكسى من نصف إلى ساعة .
(٢) يجب تهوية المكان أثناء التشغيل .
(٣) التأكد من تاريخ الإنتاج بحيث لا يزيد عن ٩ شهور مع التأكد من التخزين الجيد للشركة المنتجة والموردة .
(٤) يجب أن يرتدى العاملين نظارات والجوانتيات مع الكمامات اللازمة لحماية الجلد ولحماية العين والأنف من الغازات الناتجة من التفاعلات الكيماوية أثناء خلط المركبين B&A (الرزين والمصلب)
(٥) يجب الامتناع عن التدخين أثناء العمل .
(٦) يتم نظافة الأدوات والمعدات أولا بأول بالثنر
(٧) يراعى قفل العلب بعد كل استخدام مع أخذ كميات مناسبة كما ذكرنا .
(٨) يجب العناية التامة بالنظافة مع إزالة أى أتربة أو أى مواد متواجدة على السطح ويفضل استخدام كمبروسور هوائى .
(٩) يجب أن يتم التأكد من أن السطح المراد دهانه بالايبوكسى مناسب لهذا

النوع القوى حتى لا يتسبب فى تلف السطح نفسه .

(١٠) فى حالة تعرض الجلد للمواد الايبوكسية يتم غسل هذا الجزء بالماء والصابون عدة مرات ثم العرض على الطبيب .

(١١) عند تعرض العين لهذا الدهان يتم غسلها جيدا لمدة ١٠ دقائق بالماء ثم عن العرض على الطبيب .

أنواع الايبوكسى المستخدمة فى العزل :

١- يستخدم الايبوكسى فى أعمال العزل الكيماوى فى المصانع وفى الصرف الصحى .

٢- يستخدم أيضا فى أعمال عزل الخزانات وحمامات السباحة .

٣- يوجد نوع ايبوكسى مائى **Water base Epoxy** يمكن استخدامه فى أعمال العزل الهامة للأسطح الرطبة .

طريقة دهان الايبوكسى :

١- الطريقة الأولى للدهان هى الدهان بالفرشاه مع العناية بتنظيف المعدات والأدوات المستخدمة مع إتباع التعليمات الواردة.

٢- الطريقة الثانية هى استخدام الرولة الصلبة الغير وبرية كرولة تثبيت ورق الحائط وهذه الطريقة مناسبة للأرضيات مع إتباع التعليمات.

٣- الطريقة الثالثة والمتميزة هى استخدام المسدس اللاهوائى وهى من أكفأ أنواع الدهان وتحقق أكبر معدلات دهان وأقل فاقد حيث أن هذا المسدس يعتمد على طريقة الرش الكهربائية وليس الهوائية وبالتالى تقلل الفاقد وتمنع حدوث الفقاعات الهوائية .

1- Concrete base slab	١ - قاعدة خرسانية عادية
2- Asphalt 28 mm thick	٢- طبقة اسفلت سمك ٣ سم
3- Angle frllet	٣- خوصة زاوية
4- Sand:cement screed 50 mm thick	٤ - طبقة واقية سمك ٥ سم
5- Reinforced Concrete slab and column	٥ - أساس خرسانى مسلح

(ب) العزل الخارجى للأساسات بالاسفلت :

عند الحاجة لعزل الأساسات من الخارج والتى تكون فى مستوى أقل من مستوى سطح الأرض توضع طبقة أسفلتية أفقية على القاعدة الخرسانية وتغطى بطبقة واقية وطبقة خرسانية تتحمل الأحمال ثم تبنى بعد ذلك الحوائط الخارجية الرأسية وتتكون الطبقة الأسفلتية من ٣ طبقات مواجهة للوصلة الخارجية ومغطاة بزاوية حيث يبنى بعد ذلك من الخارج حائط واقى من الطوب ليمنـــع تلـــف الاسمنت (انظر شكل ٤٨)

1- Concrete base slab	١ - قاعدة خرسانية
2- Asphalt 28 mm thick	٢- طبقة اسفلتية سمك ٣ سم
3- Sand : cement screed 50 mm thick	٣- طبقة أسمنتية سمك ٥ سم
4- Reinforced Concrete loading coat	٤ - طبقة خرسانية واقية
5- Asphalt 18 mm thick	٥ - طبقة أسفلتية سمك ٢ سم
6- Asphalt angle frllet	٦- زاوية اسفلتية
8- Brick wall protective panel	٧- حائط مبانى واقى

(جـ) عزل الأعمدة بالبيتومين :

عند تكون قواعد الأعمدة فى مستوى أقل من سطح الأرض يجب وضع بيتومين لقاعدة العامود حيث تصب ثلاثة طبقات مع ضرورة عمل لحامـات لا تقل عن ١٠ سم ، ثم تغطى طبقات البيتومين بطبقة أسمنتية واقية حيث يصب بعد ذلك الأساس الخرسانى المسلح والعامود . (انظر شكل ٤٩).

1- Concrete base slab — ١ - قاعدة خرسانية

2- Bitumen sheet three layers — ٢ - طبقة بيتومينية من ثلاثة طبقا

3- Sand : cement scree 50 mm thick — ٣ - طبقة أسمنتية سم ٥ سم

٤ - أساس وعامود من الخرسانة المسلحة

4- Reinforced Concrete slab and column

المواصفات الفنية لأعمال الطبقات العازلة :

١ - يجب أن يكون البيتومين المستعمل فى أعمال الطبقـات العازلة للرطوبة من النوع المنفوخ المعروف تجاريا باسم بيتومين مؤكسد درجـة ٨٥ / ٢٥ والذى ينطبق عليه المواصفات القياسية المصرية رقم (م ق ١٩٥ ، ١٩٦٢) والتى تتخلص فى الآتى :

الوزن النوعى فى درجة ٢٥° مئوية ١٠١ — ١٠٦

نقطة الاحتراق فى الوعاء المكشوف (حد أدنى) ٢٠٠ درجة مئوية

نقطة السيل Softing point ٨٠ — ٩٠

الغز Penetration ٢٠ — ٣٠

الميوعة فى درجة ٢٥° مئوية Ductihity ٣ سم

الذوبان فى محلول ثانى كبريتوز الكربون (حد أدنى) ٩٩٪

٢- يجب استعمال البيتومين المنفوخ دون إضافة أى مواد غريب إليه ويتم تسخينه فى غلايات خاصة مجهزة بترمومتر لبيان درجة الحرارة ويتم تسخينه إلى درجة من ١٩٠ إلى ٢١٠ مئوية .

٣- الجوت : المستعمل فى أعمال الطبقات العزلة يكون من النوع (هيشان) بعرض نحو ١,٠٠ متر ويزن نحو ٢٨٠ جرام للمتر المربع . يشبع نسيج الجوت فى محلول البيتومين المنفوخ النقى ، الذى لا تزيد نسبة المواد المعدنية فيه عن ٣٠ % من الوزن الكلى . ويجب أن يكون السمك النهائى منتظم فى عموم السطح ، ثم يرش السطحين بطبقة من الرمل الناعم النظيف المغسول . ويتراوح وزن المتر المربع ما بين ٣,٠٠ إلى ٣,٥٠ كيلو جرام .

٤- الصوف الزجاجى : المستعمل فى أعمال الطبقات العزلة يكون من الألياف الزجاجية النظيفة المجمعة على شكل شريط بعرض نحو ٠,٧٥ متر ، ويزن المتر المربع منه نحو ٨٠ جرام يشبع الشريط بمحلول البيتومين المنفوخ النقى الذى لا تزيد نسبة المواد المعدنية فيه عن ١٠ % من الوزن الكلى .

ويجب أن يكون السمك النهائى منتظم فى عموم السطح ويكون وزن المتر المربع منه نحو ١,٨٠ كيلو جرام .

تدهن الأسطح المراد عزلها وجه بيتومين منفوخ ساخن بمعدل ٠,٢٥ كجم للمتر المربع ، ثم يفرش النسيج على هذه الأسطح مع مراعاة عمل اللحامات بعرض لا يقل عن ١٠ سم وتلصق هذه اللحامات بيتومين المنفوخ الساخن ، مع ملاحظة وضع اللحامات فى أماكن مختلفة ثم يدهن النهائى وجه آخر من البيتومين المنفوخ الساخن بمعدل ١,٢٥ كجم بالمتر المربع .

إذا طلب عمل الطبقة العازلة من طبقيتين تفرش طبقة النسيج الثانية فى اتجاه عمودى على الطبقة الأولى ثم تغطى بطبقة ثالثة من محلول البيتومين المنفوخ

الساخن بمعدل ١,٢٥ كجم بالمتر المربع بحيث لا يقل سمكها الكلى .

تشمل أسعار الطبقة العازلة للأرضيات والأسطح عمل وزرة على الحوائط بارتفاع ١٥ سم وتثبت هذه الوزرات جيدا فى المبانى المجاورة ويجب أن تصل المادة العازلة إلى ما فوق البلاط الظاهر بعد تركيب الوزرة مع إدخال طرفها العلوى فى مجرى تعمل فى الدراوى — والحوائط بعمق ٣ سم ويجس عليها بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ٣٠٠ كجم أسمنت لكل متر مكعب رمل الطبقة العازلة الرأسية للحوائط تعمل من طبقتين البيتومين الهساخن مع مراعاة تغطية الحوائط تماما وملء لحامات المبانى جيدا وتقاس جميع أعمال الطبقات العازلة بالمتر المسطح .

الطبقة العازلة الأفقية للحوائط تعمل من اسفلت الطبيعى المضاف إليه قليل من البيتومين والرمل الحرش وتكون بسمك لا يقل عن ١,٥ سم إذا كانت من طبقة واحدة وتشمل الفئة عمل لياسة فوق المبانى وأسفل الطبقة العازلة بسمك ١ سم .

ملخص أصول قياس الطبقات العازلة :

١. يكون القياس هندسيا بالمتر المربع لكل نوع وكل دور على حدة .
٢. لا يضاف إلى القياس السابق ركوب الألواح على بعضها أو تداخلها .
٣. لا يضاف إلى القياس السابق الطبقة العازلة الرأسية خلف وزرات الأسطح
٤. تحسب مسطحات الجوانب الرأسية للمادة العازلة اللازمة لعزل الحوائط بالمتر المربع .
٥. الفئة تشمل الأدوات والمصنعيات والأجور والمواد الأساسية للعزل كالبيتومين أو ألواح الرصاص أو الاسفلت أو لفائف الألمنيوم أو الطوب الاسفلتى أو ألواح الفلين أو الصوف الزجاجى .

٦. تشمل الفئة كذلك نمو الأعمال على الوجه الأكمل وإزالة المتخلفات

ويمكن تقسيم بنود الطبقات العازلة إلى الأنواع التالية :

مادة (١) طبقة عازلة أفقية من الاسفلت على الحوائط :

بالمتر المربع : طبقة عازلة أفقية من الاسفلت على الحوائط بسمك لا يقل عن ٢ سم ويعمل الاسفلت من خليط البيتومين المنفوخ والزلط الرفيع الذى يمر كله من مهزة عيونها مم (٨ / ١ بوصة على أن لا تزيد نسبة الزلط فى العجينة عن ١٥ % ويجب أن لا تقل صلابة الاسفلت فى درجة ٢٥ درجة مئوية عن ٥٦٠ ولا تزيد عن ٥١٢٠ مئوية ويفرش الاسفلت فى المنسوب المبين بالرسومات على الحوائط بكامل عرض سمك الحائط فوق طبقة لياسة سمك حوالى ٣ سم من نفس مونة المبانى للحصول على سطح أفقى صالح لفرش الاسفلت عليه .

مادة (٢) طبقة عازلة أفقية على الحوائط :

بالمتر المربع دهان طبقة عازلة رأسية على الحوائط البيتومين المنفوخ الساخن وجهين ، بحيث يغطى البيتومين جميع الأسطح جيدا بعد ملء عراميس المبانى بنفس مونة المبانى (بمعدل ١,٢٥ كجم بيتومين للمتر المربع لكل وجه).

رولات ال بى ف سى P.V.C

١- تستخدم هذه الرولات فى :

(أ) عزل الأسطح المغطاة والمكسوة

(ب) تبطين خزانات مياه الشرب

(حـ) تبطين الأنفاق

(د) تبطين القنوات

(هـ) عزل المبانى المعمورة فى المياه

(و) تبطين حمامات السباحة

٢- تتكون هذه الرولات من البولى إستر المغطى من البيتومين والبوليمر ويوجد نوع آخر من الفيبرجلاس المقطرن بالبيتومين والبوليمر .

٣- يتميز هذا النوع لمقاومة العوامل الجوية وتحمل الاجهادادت العالية وتحمل الأحمال الديناميكية .

٤- تستخدم البشبورى فى تثبيت هذه الرولات مع السطح مع عمل وصلة ركوب لا تقل عن ١٥ سم .

رولات عازلة ديكورية فى نفس الوقت :

يوجد نوع حديث من هذه الرولات تستخدم لتغطية أسطح القرى السياحية والمرافانات والأسطح المائلة سواء الخرسانية أو الحديدية أو الخشبية .

تتكون من ٥ طبقات منهم طبقتين من الفيبرجلاس والطبقة الثالثة من

البيتومين والبولمر وهى تغطى الطبقتين السابقتين من أعلى ومن أسفل .

يستخدم البشبورى فى تثبيت هذه الرولات على السطح الخرسانى أو الحديدى أو الاسبستوس .

الواتر ستوب Water Stop

١ - عبارة عن رولات من الـ **P.V.C** عرضها من ١٠ سم حتى ٣٠ سم بها نتوءات دوائر وتكون أطوالها من ٣٠ م ، ط إلى ٥٠ م ، ط .

٢- يوضع بين حديد التسليح و بين الأرضية والحوائط فى خزانات المياه وحمامات السباحة وفى البدرومات لمنع تسرب المياه من نقطة التقاء الرأسى مع الأفقى .

السيكات العازلة :

(١) تعتمد طريقة العزل بمادة السيكات على استخدام سليكات الصوديوم السائلة أو البودرة كإضافته لماء خلط الخرسانة أو المونة بمعدل من ٥ ، ك إلى ١ ك لكل شكارة أسمنت .

وتعتبر هذه الطريقة من أقدم الأنواع المعروفة قديما ويسمى النوع السائل منها بماء الزجاج .

(٢) يمكن دهان الأسطح المراد عزلها بهذه المادة السائلة أو بإضافة النوع البودرة إلى الماء بنسبة ٦٠ % مع التقليب الجيد .

(٣) النوع السائل من سليكات الصوديوم يستخدم فى صناعة البلاط يعطى سطحاً لامعاً ، كما تستخدم أيضا فى دهان البلاط والموزايكو والأسطح الخرسانية .

المواد البتومينية الحديثة فى أعمال العزل :

(١) لا يعتمد العزل على استخدام الوسائل أو الطرق أو المواد الحديثة أو القديمة ولكن يعتمد على جودة التطبيق ومراعاة علاج الأسطح من التعشيش وعمل وزرات الأركان كما ذكرنا مع التأكد من النظافة التامة للسطح والتأكد من جودة الخامات وسلامة تخزينها ، مع حماية طبقات العزل المتتالية .

(٢) والعزل كما ذكرنا يصمم كجزء ر يتجزأ من تصميم المنشآت وهذا التصميم يعتمد على نوع السطح ونوع الاستخدام ونوعية المواد التى ستعرض لها هذا السطح . والمواد البيتومينية الحديثة أظهرت كفاءة عالية ويتلاشى بها مشاكل التسخين مع توفير الوقت . مع ضرورة التنفيذ الجيد والتأكد من جودة المواد .

البيتومين على البارد

١ - يعتبر هذا النوع من المواد العازلة الحديثة التى تستخدم بكفاءة عالية ويوجد منه نوعان الأول يخفف بالماء والثانى يخفف بالنفط .

٢ - طريقة الاستخدام :

(أ) ينظف السطح جيدا من الأتربة وسواقط المونة وغيرها .

(ب) التأكد من الانتهاء من جميع الفتحات الخاصة بالسباكة سواء صرف أو تغذية مع التحبيش الجيد حولها . مع إمكانية وضع مواسير بلاستيك كمجرى لهذه الخطوط .

(جـ) يتم علاج أى تعشيش أو تشققات أو أجزاء هابط وذلك باستخدام

مونة غير منكمشة أو باستخدام مونة الجراوت

(د) يتم عمل وزرة من المونة السابقة بارتفاع لا يقل عن ٢٠ سم لعلاج نقطة الضعف عند التقاء الأفقى والرأسى .

(هـ) يتم بعد ذلك دهان الوجه الأول من البيتومين المخفف بالماء أو بالنفط حسب النوع وذلك بنسبة تخفيف ٢٥ ٪ وذلك بالبروة أو الفرشاة أو الرش على أن يكون ذلك بطريقة منتظمة وبدون فراغات مع عدم الوقوف على الأجزاء المدهونة .

(و) بعد ٨ ساعات يتم دهان الوجه الثانى متعامداً على الوجه الأول وبنسبة تخفيف ١٠ ٪ مع وقوف العمال على ألواح خشبية أثناء الدهان .

(ل) بعد جفاف الوجه الثانى (بعد ٨ ساعات) يتم رش طبقة رمال .

(ى) يلى ذلك عمل الطبقات التالية حسب تصميم العزل سواء طبقة ميول أو عزل حرارى كما سيلى شرحه .

اختبارات ومواصفات البيتومين على البارد :

اللون أسود :

العبوات : باستلات أو براميل

مدة التخزين : سنة بعيدا عن حرارة الجو .

التأثير على ماء الشرب : لا يوجد

مقاومة الكيماويات : ضعيفة

تأثير الغمر فى الماء : لا تتأثر

معدل الاستهلاك : الوجه الأول : ٤٠٠ جم / م٢

الوجه الثانى : ٣٠٠ جم / م٢

البيتومين المطاطى :

(أ) يمتاز هذا النوع عن سابقه بوجود مطاطية تجعله يقاوم تدفق المياه ويكون هذا الدهان به مرونة عالية

(ب) يعتبر من أكفأ الدهانات العازلة البيتومينية مع التأكد من جودة التطبيق والخامات .

(جـ) يستخدم هذا النوع فى أعمال عزل البدرومات وحمامات السباحة وخزانات المياه بجانب أعمال عزل الأسطح كما يستخدم فى عزل الحوائط الرأسية مع عمل حائط ٠,٥ طوبة أو شبك ممدد مبيض أو طرطشة الأسمنت بالمونة البولمرية على الدهان ثم البياض وذلك لسند العزل وزيادة مقاومته كما سيلى شرحه .

(د) يخفف هذا النوع بالماء بنسبة ١٥ ٪ فى الوجه الأول و ٥٪ فى الوجه الثانى .

(و) يتم إتباع نفس خطوات دهان البيتومين على البارد المذكورة سابقا.

اختبارات ومواصفات البيتومين المطاطى على البارد :

١ - اللون أسود :

٢- زمن الجفاف : ٤ ساعات فى درجة ٢٥° م

٣- مقاومة العوامل الجوية : لا تتأثر

٤ - المطاطية : ٣٠٠ ٪ فى درجة من (٥٠° م) حتى (٢٥°)

٥- التأثير على ماء الشرب : لا يوجد

المواد العازلة الأسمنتية :

(أ) من أكفأ أنواع العزل وله استخدامات خاصة فى حمامات السباحة والخزانات

حيث تتخلل جزيئات هذا الدهان سطح الخرسانة أو المونة مكونة بللورات كريستالية تسد مسامه السطح وتجعله غير منفذ .

(ب) يستخدم هذا النوع لخط دفاع إضافى لعزل الخرسانة ثم يتم عمل خط ثانى من البيتومين أو أيا من الأنواع الأخرى .

(جـ) طريقة الدهان :

١ - يتم تنظيف السطح جيدا وإزالة سواقط المونة .

٢ - علاج التعشيش أو التشققات وذلك بالمونة الغير منكمشة أو الجراوت .

٣ - يتم عمل وزرة من المونة السابقة بارتفاع ٢٥ سم .

٤ - يتم تجهيز الدهان وذلك بإضافة البودرة إلى الماء وليس العكس بنسبة مياه ٣٥ % مع التقليب الجيد بواسطة السنيور والانتظار لمدة ١٥ دقيقة ثم التقليب ثانية .

٥ - يتم دهان الوجه الثانى بعد ٦ ساعات متعامداً على الوجه بنفس المونة السابقة ولكن بتركيز أكبر بحيث تكون نسبة المياه ٢٥ % .

٦ - بعد ٦ ساعات أخرى يتم دهان الوجه الثالث بنفس نسبة التركيز السابقة مع مراعاة استخدام ألواح خشبية لوقوف العمال عليها أثناء العمل .

مواصفات واختبارات الدهانات الأسمنتية :

الشكل : بودرة

اللون : رمادى أو أبيض

الكثافة بعد الشك : ١,٧ كجم / لتر

زمن التشغيل : ١ ساعة

معدل التشغيل : الوجه الأول ٠,٢٥ كجم / م٢

الثانى ٠,٦٠ كجم / م٢
مقاومة البرى : ٣,٥ مم بعد ٣ أيام
العبوات : شكاير
زمن التخزين : ٦ شهور بعيداً عن الرطوبة
مقاومة الانضغاط: ١٨٠ جم / م٢ بعد ٢٤ ساعة لعينة مدهونة سمك ٢مم

العزل بالمواد الاكليريكية :

(١) يدخل الاكليريك فى العديد من الصناعات خاصة مواد البناء والدهانات والمواد اللاصقة والمواد العازلة .
(٢) يستخدم العزل بالاكليريك فى الأماكن التى تتعرض لضغط مياه شديد مثل البدرومات وحمامات السباحة وخزانات المياه ومحاطات الصرف .
(٣) يعطى هذا النوع من الدهانات الاكايريكى العازل سطحا مرنا مثل رولات البلاستيك وتلتصق بشدة على الأسطح المدهونة بها مما يجعله يقاوم بشدة ضغط وتدفق المياه .
(٤) يستخدم هذا الدهان الاكليريكى أيضا فى أعمال حماية الأسطح والرولات ضد الأخطار والعوامل الجوية خاصة فى المبانى الأثرية والهامة وهذا الدهان له ميزة الشفافية فيحافظ على الشكل الأثرى والمعمارى .
(٥) يراعى النظافة التامة قبل استخدام هذا النوع .
(٦) يوجد من هذا النوع دهانات عازلة بمركب واحد وأخرى بمركبين .

العزل بالمواد الايبوكسية :

(١) يتكون الايبوكسى من مركبين الأول Resin A (الرزين) والثانى

Hardener B (المصلب) وتكون نسبة إلى غالبا هى ٢ : ١ أو حسب التركيبة والاختبارات التى سيرد شرحها طبقا للشركة المنتجة وغرض الاستخدام.

(٢) يتم خلط المركبين جيدا بواسطة شنيور مركب عليه ذراع فى نهايته قرص دائرى به ثقوب للتقليب ويتم ثقب بالغطاء لمرور هذا الذراع منها لتطاير رزاز الايبوكسى .

الاحتياطات اللازمة عند استعمال المواد الايبوكسية :

(١) كما ذكرنا يجب أن يكون الخلط بشنيور مركب عليه قرص مع خلط كمية تكفى للاستخدام لمدة ٤٠ دقيقة لأن فترة تصلب الايبوكسى من نصف إلى ساعة .

(٢) يجب تهوية المكان أثناء التشغيل .

(٣) التأكد من تاريخ الإنتاج بحيث لا يزيد عن ٩ شهور مع التأكد من التخزين الجيد للشركة المنتجة والموردة .

(٤) يجب أن يرتدى العاملين نظارات والجوانتيات مع الكمامات اللازمة لحماية الجلد ولحماية العين والأنف من الغازات الناتجة من التفاعلات الكيماوية أثناء خلط المركبين B&A (الرزين والمصلب)

(٥) يجب الامتناع عن التدخين أثناء العمل .

(٦) يتم نظافة الأدوات والمعدات أولا بأول بالثنر

(٧) يراعى قفل العلب بعد كل استخدام مع أخذ كميات مناسبة كما ذكرنا .

(٨) يجب العناية التامة بالنظافة مع إزالة أى أتربة أو أى مواد متواجدة على السطح ويفضل استخدام كمبروسور هوائى .

(٩) يجب أن يتم التأكد من أن السطح المراد دهانه بالايبوكسى مناسب لهذا

النوع القوى حتى لا يتسبب فى تلف السطح نفسه .

(١٠) فى حالة تعرض الجلد للمواد الايبوكسية يتم غسل هذا الجزء بالماء والصابون عدة مرات ثم العرض على الطبيب .

(١١) عند تعرض العين لهذا الدهان يتم غسلها جيدا لمدة ١٠ دقائق بالماء ثم عن العرض على الطبيب .

أنواع الايبوكسى المستخدمة فى العزل :

١- يستخدم الايبوكسى فى أعمال العزل الكيماوى فى المصانع وفى الصرف الصحى .

٢- يستخدم أيضا فى أعمال عزل الخزانات وحمامات السباحة .

٣- يوجد نوع ايبوكسى مائى Water base Epoxy يمكن استخدامه فى أعمال العزل الهامة للأسطح الرطبة .

طريقة دهان الايبوكسى :

١- الطريقة الأولى للدهان هى الدهان بالفرشاه مع العناية بتنظيف المعدات والأدوات المستخدمة مع إتباع التعليمات الواردة.

٢- الطريقة الثانية هى استخدام الرولة الصلبة الغير وبرية كرولة تثبيت ورق الحائط وهذه الطريقة مناسبة للأرضيات مع إتباع التعليمات.

٣- الطريقة الثالثة والمتميزة هى استخدام المسدس اللاهوائى وهى من أكفأ أنواع الدهان وتحقق أكبر معدلات دهان وأقل فاقد حيث أن هذا المسدس يعتمد على طريقة الرش الكهربائية وليس الهوائية وبالتالى تقلل الفاقد وتمنع حدوث الفقاعات الهوائية .

أنواع الايبوكسى :

١ - الايبوكسى القار Coal tar Epoxy ويستخدم بكفاءة عالية فى الأرضيات الاسفلتية كما يستخدم فى أعمال العزل الخاصة بالصرف الصحى والخزانات الأرضية والاستخدامات البحرية .

٢ - الدهانات الايبوكسية بالألوان المتعددة حيث تستخدم كعزل لسطح نهائى .

٣ - الايبوكسى الشفاف .

٤ - المونة الايبوكسية تستخدم فى الترميم وأعمال الأرضيات وهى غير منفذه للمياه ولا مقاومة عالية للكيماويات .

٥ - يوجد أنواع أخرى لا تستخدم فى أعمال الحقن والترميم .

٦ - يوجد نوع مونة ايبركسية بالألياف المسلحة وألياف الفيبرجلاس تستخدم فى أعمال القمصان والترميمات الهامة .

العزل بالمواد البولمرية :

(١) تستخدم المواد البولمرية الآن بنطاق واسع فى أعمال العزل والترميم والدهانات والمعالجة بما من مميزات عالية ولتوافقها مع مكونات الخرسانة والمونة .

(٢) تستخدم أيضا هذه المواد كإضافات للخرسانة والمونة لتكسبها صفات زيادة الاجهادات النفاذية .

(٣) يوجد من هذه المواد أنواع يتم دهانها مباشرة على الأسطح المراد عزلها وذلك بعد علاج التشققات والتعشش وعمل الوزرات اللازمة ويوجد أنواع تضاف إلى ماء الخلط بنسبة من ٩ ٪ حتى ١٥ ٪ وذلك فى الخرسانة أو المونة .

(٤) هذه المواد لونها أبيض ويجب التأكد من تاريخ الإنتاج بحيث لا يتعدى ٩ شهور مع جودة التخزين ومراعاة النظافة التامة عن الاستخدام .

العزل بالمواد البولى رثيان :

(١) يتكون البولى رثيان كما هو الحال الايبوكسى من مركبين الأول الرزين Resin والثانى المصلب Hardeners بنسب محددة حسب نشرات الشركة المنتجة .

(٢) يجب إتباع جميع تعليمات استخدام المواد الايبوكسية الواردة فى ١ — ٦

(٣) يجب العناية التامة بنظافة السطح .

(٤) يتميز العزل بالقوة حيث يكون طبقة صلب مرنة تمنع تسرب المياه ولها مقاومة عالية على العزل الكيماوى لذلك تستخدم بكفاءة عالية فى الصرف الصحى .

(٥) طريقة الخلط والتشغيل تتم بواسطة شنيور .

العزل باستخدام الإضافات الكيماوية :

كما ذكرنا فى فإن العزل يصمم كخطوط دفاع أهمها العناية بالخرسانة ذاتها فى الخلطة التصميمية والتدرج الحبيبى وزمن الخلط والدمك والمقام والمعالجة المائية واستخدام الإضافات الكيماوية عموما وإضافات منع نفاذية المياه لها تأثير كبير على زيادة مقاومة المياه للرطوبة والمياه .

أنواع الإضافات المستخدمة فى العزل المائى :

١ – تعتمد فكرة هذه الإضافات على سد الفراغات الداخلية عن طريق تفاعلها مع الأسمنت .

٢- قد تستخدم مواد عالية للخرسانة لهذا الغرض مثل الكاولين أو الجير أو الخبث .

٣- من المواد القديمة التى كانت تستخدم لهذا الغرض هو ماء الزجاج (سليكات الصوديوم) كذلك سليكات البوتاسيوم .

٤- من المواد الحديثة المتخدمة لهذا الغرض اللجنين سلفونات .

٥- الجدول الآتى يوضح العوامل المؤثرة على نفاذية الخرسانة مثل التدرج الجيدوالدمك والمعالجة والتشطيب

العوامل المؤثرة على نفاذية الخرسانة:

المواد العازلة البولمرية :

١- تعتبر المواد البولمرية من انجح المواد المستخدمة فى الخرسانة والمونة لإكسابها خواص جديدة من جعلها ماقومة للنفتاذية وزيادة اجهاداتها .

٢- نتميز المواد البولمرية بأهميتها فى أعمال عزل ومقاومة المواد الكيماوية وتحملها للأحمال الميكانيكية .

٣- أيضا تتميز الخرسانة أو المونة المضافة إليها البوليمرات بخاصة تحمل الصدمات وتحمل البرى كما سيلى شرحه .

٤- المواد البرلمرية نوعان الأول بودرة تضاف إلى الأسمنت والرمل التدرج والكوارتز مكونة دهانا عازلا قويا . والنوع الثانى سائل يضاف أيضا إلى المونة أ الخرسانة .

٥- من أهم عوامل نجاح المواد البولمرية هو الإعداد الجيد للسطح بعد تنظيفه جيدا وإزالة الأجزاء المفككة مع علاج التعشيش والفواصل .

٦- يراعى الخلط للمواد البولمرية مع إضافة البودرة إلى السائل وليس العكس مع

استخدام شنيور مركب عليه ذراع بنهايته قرص ثقوب للتقليب الجيد .

٧- من أنواع المواد البولمرية :

(أ) المواد البولمرية ذات الأساس الاكيريليكى

(ب) المواد البولمرية ذات الأساس من رزين الايبوكسى

(حـ) المواد البولمرية ذات الأساس من البولى ريثان

(د) المواد البولمرية ذات الأساس من الفينيل استيات

وقد سبق شرح العزل بالايبوكسى

العزل بالبولى ريثان

١- تتميز مواد البولى ريثان بمرونة عالية وبمقاومة عالية للكيماويات لذلك تستخدم فى أعمال العزل تحت سطح الأرض وفى أعمال الصرف الصحى.

٢- تتكون هذه المواد (كما هو الحال فى المواد الايبوكسية) من مركبين يتم خلطهما قبل الاستخدام مباشرة لفترة التشغيل فقط .

٣- يوجد نوع من هذه المواد أساسه لقار يستخدم فى أعمال الصرف الصحى وعزل الكيماويات .

٤- يراعى إتباع جميع الاحتياطيات المذكورة عند استخدام المواد الايبوكسية.

مونة وقف تدفق المياه

١- فى البدرومات والخزانات تظهر بعض عيوب مياه متدفقة يصعب إتمام أعمال العزل قبل وقف هذه المياه المتدفقة . وهذه المونة سريعة الشكة عبارة عن بودرة أساسها الأسمنت مع بعض كيماويات سريعة الشك وبولمرات وإضافات خاصة تخلط بالماء لتكوين عجينة ثم توضع فوق هذه العيون مع

استمرار الضغط لمدة ٣٠ ثانية ثم يتم حماية هذه العجينة بطبقة جراوت أو مونة غير منكمشة غير منفذه للمياه بمعنى أن هذه المونة ليست للعزل ولكنها لوقف تدفق المياه فقط .

٢- تستخدم هذه المونة لأعمال العزل تحت منسوب المياه الجوفية .

٣- يجب مراعاة النظافة التامة قبل استخدام هذه المونة.

مواد حشو الفواصل قبل أعمال العزل

١) يوجد من مواد حشو الفواصل عدة أنواع منها نوع بيتوميني بوليمرى ونوع أخر ايبوكسى قار والثالث من السيليكون .

٢) تستخدم هذه المواد لملئ الفواصل قبل عملية العزل وذلك حول أعمال الصرف أو حول وحدات إضاءة فى حمامات السباحة أو فى أماكن التكسير فى الخرسانة فى الأعمال الهامة مثل خزانات المياه أو البيارات

٣) يجب مراعاة النظافة التامة وإزالة الأجزاء الضعيفة قبل التشغيل .

العزل السالب والعزل الموجب

العزل الموجب هو عزل السطح المجابهة للمياه مباشرة ويكون العزل محمى فى هذه الحالة .

أما العزل السالب هو عزل السطح الداخلى ويحتاج فى هذه الحالة إلى حماية لمقاومة ضغط المياه وذلك إما بمبانى نصف طوب أو بطبقة بياض أو سلك شبك مبيض .

نماذج من عزل الرطوبة :

كما ذكرنا سلفا فإن التجهيز للعزل لا يقل أهمية عن عملية العزل ذاتها ويجب مراعاة الآتي :

١) النظافة التامة للسطح وإزالة أى شوائب أو سواقط مونه .

٢) علاج التعشيش وإزالة الأجزاء الضعيفة وعمل الفواصل وحشوها وعلاج أماكن الزراجين .

٣) علاج تقابل السطح الرأسى والأفقى بمونة غير منكمشة أو مونة بولمرية .

٤) مراعاة العزل السالب والموجب .

٥) اختيار المواد المناسبة لنوع السطح ونوع الاستخدام .

٦) عمل حماية للعزل .

عزل الأساسات :

١- عزل الأساسات من أهم أعمال العزل حيث أنه يحمى المنشأ من جميع ما يتعرض له من هجوم المياه الجوفية أو مياه الصرف أو الكيماويات الموجودة فى التربة أو مياه الأمطار.

٢- وإذا كانت أساسات المبنى جيدة ومعزولة بدقة فأننا تكون قد وفرنا أول طرق الحماية لهذا المبنى .

٣- وعزل الأساسات يحمى الخرسانة والحديد من التآكل والذى يعتبر سرطان المبانى .

٤- وعند تصميم عزل الأساسات يجب دراسة جميع الاحتمالات وجميع الظروف الممكن أن تتعرض لها هذه الأساسات ودراسة الهجوم المتوقع على هذه الأساسات سواء من الكيماويات أو المياه أو كلاهما .

٥- وأول خطوط عزل الأساسات هو استخدام إضافات منع نفاذية المياه والإضافات التشغيلية حسب الخلطة التصميمية المعتمدة مع إتباع الأصول الفنية فى الخلطة والمعالجة وغيرها .

٦- ومن الأمور الهامة العناية بنظافة السطح قبل عملية العزل وإزالة أى أتربة أو سواقط مونة .

٧- والسرمات الآتية توضح نموذج عزل أساسات لقواعد منفصلة ونموذج عزل أساسات

عزل البدرومات :

١- عزل البدرومات من المشاكل التى تواجه الزملاء لذلك سنتناولها بشئ من التفصيل .

٢- نظرا لارتفاع منسوب المياه الجوفية ومياه الخاصية الشعرية واحتمالات التسرب بخطوط الصرف وغرف التفتيش نجد أن معظم البدرومات تتعرض لهذه المشاكل .

٣- قبل البدء فى أعمال البدرومات يجب دراسة الآتى :

(أ) عمل تحليل كيميائى للمياه الموجودة بالبدروم ومعرفة الأملاح والقلويات الموجودة بها وهو ما يعرف بالاس الايدروجينى أيضا يجب معرفة ما يوجد بهذه المياه من طفيليات أو ميكروبات .

(ب) معرفة مصدر المياه والنشع الموجود بالبدروم هل هو مياه جوفية أو خاصية شعرية أو تسرب من خطوط التغذية أو الصرف أو غرف التفتيش .

(جـ) معرفة منسوب المياه بالبدروم وهل متغير أو ثابت ومقارنته بمنسوب غرف التفتيش والبيارات الموجودة والمجاورة .

الخطوط التنفيذية لعزل البدروم :

١ - فى حالة وجود مياه بالبدروم وبعد معرفة المصدر وإيقافه إذا أمكن بعلاج خطوط التغذية أو الصرف أو إصلاح غرف التفتيش . يتم عمل غرفة تجميع أو غرفتين حسب مساحة البدروم وتكون هذه الغرفة بمقاس ٥٠ سم × ٥٠ سم على أن تكون الأماكن المنخفضة بغرض تجميع المياه .

٢ - يتم تركيب طلمبات شفط لسحب المياه من هذه الغرف وصرفها إلى بيارات الصرف القريبة مع أن يكون هذا السحب مدروس ولمدة محدودة لتسهيل أعمال العزل بالبدروم .

٣ - يتم وقف أى أماكن نسرب مياه واضحة باستخدام مونة عازلة سريعة الشك على أن يتم تغطية هذه المونة بمادة الجروات حيث أن هذه المونة مهمتها وقف تسرب المياه لمدة معينة لحين شك الجراوت .

٤ - يتم التجهيز بصب أرضية خرسانية مسلحة بسك لا يقل عن ١٠ سم بتسليح خفيف مع استخدام أسمنت وإضافات مناسبة لما أسفر عن تحليل عينة المياه فإذا كان التحليل يوضح وجود مياه بها كبريتات أو أملاح فيجب استخدام اسمنت مقاوم للكبريتات مع إضافات منع النفاذية .... وهكذا .

٥ - يراعى وضع أشاير رأسية للحوائط الخرسانية التى سيتم صبها كقميص للبدروم مع وضع واتراستوب عن تقابل هذه الاشاير مع حديد الأرضية — والواتر استوب هذا عبارة عن ألواح من PVC أو الصلب بعرض من ١٥ سم إلى ٣٠ سم وبالطول حتى ٥٠ م وبه نتوءات أو دوائر للتقوية ويكون قطاع الواتر استوب فى الأرضية والنصف الثانى فى الحائط وبالتالى يمنع تسرب المياه فى هذه المنطقة الحساسة .

٦ - يراعى أن يكون تسليح الحائط مناسباً والسمك مناسب أيضاً .

٧- يتم صب الأرضية المسلحة مع استخدام نوع الأسمنت المناسب لتحليل المياه واستخدام إضافات المناسبة ونسبة المياه والأسمنت المناسب أيضاً وهذا حسب الخلطة التصميمية .

٨- يتم دهان وجهين متعامدين من البيتومين المطاطى على البارد مع مراعاة النظافة التامة وذلك بعد تمام جفاف الخرسانة ولإتمام المعالجة بالمياه . على أن يكون من كل وجه والآخر ٨ سعات مع الحرص الشديد أثناء الدهان وعدم وقوف العمال على الوجه الأول بل يتم الوقوف على ألواح بنطى لعدم إفساد الوجه الأول مع عمل دهان للحوائط أيضاً من البيتومين المطاطى على البارد وجهين بنفس الطريقة السابقة .

٩- يتم تغطية البيتومين فى الأرضية بطبقة من الرمال ثم يتم عمل البلاط المناسب أو عمل طبقة خرسانة عادية جيدة باستخدام إضافات المناسبة ثم لصق بلاطات فينيل أو خلافه .

١٠- بالنسبة للحوائط يتم تغطية البيتومين وحماية إما لعمل طرطشة بمونة مضاف إليها مادة رابطة Bonding Agent مع استخدام اسمنت بنسبة ٤٥٠ كجم / مم٣ رمل أو عمل حائط نصف طوبة أو عمل سلك شبك ويغطى بطبقة لياسة حسب أصول الصناعة .

عزل الحمامات :

١- يتم التنظيف الجيد للحمامات وعلاج أى شروخ أو تشققات بمونة الجراوت مع عمل وزرة من نفس مادة الجراوت بارتفاع ٣٠ سم مع التقفيل الجيد والحلقمة حول مواسير الصرف والبالوعات بنفس المونة .

- يتم دهان وجهين متعامدين من البيتومين على البارد سواء المطاطى أو العادى

بين كل وجه والآخر ٨ ساعات مع عدم وقوف العمال على الوجه الأول أثناء دهان الوجه الثانى بل يتم الوقوف على ألواح بنطى .

٣- يفضل عمل حراب بلاستيك لصرف الكومبينيش ثم التحبيش والتقفيل بمونة الجراوت .

٤- يتم رش طبقة رمال نظيفة فوق العزل بعد تمام الجفاف ثم يتم عمل البلاط مع التنبيه على السباكين لعدم عمل أى فتحات بعد العزل .

عزل الأسطح ضد الرطوبة والحرارة :

١- كما أشرنا سابقاً بفضل استخدام إضافات منع النفاذية مع خرسانة الدور الأخير مع الرمل الجيد والخرسانة الجيدة حيث تعمل كخط دفاع أول ضد العزل.

٢- بعد تمام الصب والمعالجة بالمياه والجفاف يتم علاج أى تشققات مع عمل وزرة من مونة الجراوت فى الأركان بارتفاع ٣٠ سم .

٣- يتم نظافة السطح جيدا وإزالة أى أتربة أو عوالق ثم يتم دهان وجهين بيتومين على البارد من النوع المطاطى أو العادى بين كل وجه والآخر ٨ ساعات مع مراعاة عدم وقوف العمال على الوجه الأول أثناء دهان الوجه الثانى واستخدام ألواح بونطى لتفادى ذلك مع مراعاة أن يكون الوجهين متعامدين لضمان التغطية مع مراعاة دهان الوزرة بنفس الدهان البيتومينى وجهين أيضاً

٤- يتم وضع ألواح العزل الحرارى (الفوم) أو الاستيروبور بسمك لا يقل عن ٥ سم ويتم لصقها بالبيتومين مع لصق الفواصل بين الألواح بشريط سوليتيب عريض (انظر باب العزل الحرارى)

٥- يمكن أيضا استخدام ألواح البولى رثيان الرغوى أو السيلتون العادى لأعمال العزل الحرارى حسب أصول الصناعة .

٦- يتم تغطية العزل الحرارى بطبقة مونة لعمل الميول اللازمة ثم لصق البلاط ثم عمل الجرجورى لصرف المطر

نموذج لعزل أساسات منزل الأمصيلى برشيد

مرحلة العلاج والترميم

أولا : عمل جسات حول الأساسات

لفهم طبيعة الترميم المقام عليها أساسات المنشآت الأثرية وذلك للتعرف على البناء الحبيبى لهذه التربة ومعرفة المساحة السطحية للحبيبات وذلك للتعرف على الخواص الميكانيكية والطبيعية للتربة ومعرفة مدى حركتها ومقاومتها وقدرة تحملها وبالتالى ما قد ينشأ عنها من هبوط وتصدع وشروخ للمبنى وبالتالى أعطاء فكرة كاملة عن الأخطار المحيطة بالمبنى ووضع الحلول السليمة والكاملة للترميم والصيانة فعندما تتعرض التربة للإجهادات الرأسية فإن حبيباتها تتأثر بهذه الإجهادات وتنقلها إلى الحبيبات أسفلها وجانبها وبذلك تنتشر الإجهادات فى التربة وتقل تدريجا مع زيادة العمق وتقل تدريجا مع زيادة المسافة الجانبية ونلاحظ أن الإجهادات تقل لتصل إلى أقل من ١٥ % من قيمتها على عمق يساوى تقريبا عرض الأساس . وعندما تؤثر الأحمال على التربة فإن الإجهادات الناشئة عنها تسبب تضاغط التربة مع الحمل وهو ما يعرف بالهبوط إذا كانت التربة ناعمة ومشبعة بالماء ويستلزم الهبوط معرفة توزيع الإجهاد داخل التربة والذى يعتمد على نوع التربة وترتيب الطبقات . ووجود المياه الأرضية ويحدث هبط للمبنى إذا سحبت أو انخفضت المياه الأرضية من حوله من تصلب التربة ويزيد الهبوط كلما كان السحب سريعا ولذلك يجب تنظيم سحب المياه من التربة بمعدل بطئ كما قد يسبب سحب المياه بسرعة أن تسحب معها حبيبات الرمل الدقيقة فيزيد التخلخل ويزيد تبعا لذلك هبوط التربة وقد تم إجراء الفحوص للتعرف على طبقة التربة تبعا للخطوات الآتية :

١ – إعداد العينات Preparing of Samples

٢ – نتائج الدراسة التجريبية Results of Experimental Studies

أولا : إعداد العينات Preparing of Samples

تم تنفيذ عدد ٢ جسة بواسطة القاسون اليدوى حتى عمق ٢٠ م من سطح الأرض الطبيعية وكذلك إجراء التجارب الحقلية والمعملية وهى تجربة الاحتراق القياسى (SPT) بأخذ عينات التربة والمياه للازمة وكذلك التعرف على التدريج الحبيبى .

ثانيا : نتائج الدراسة التجريبية
Results of Experimental Studies

نظرا لقرب التربة المقام عيها المنشآت الأثرية بمدينة رشيد من فرع النيل فقد لوحظ أن طبيعة التربة تتكون من الرواسب النيلية وذلك من طبقة سطحية من الطين والطمى أسفلها طبقة الطمى ورمل وطينى أسفلها أسفلها رمل ناعم إلى متوسط وبعض الزلط وكسر الفخار حيث وجد أن الطبقة السطحية من ١ – ٦ م من الطين سمكها من الرمل سمكها أربعة أمتار وطبقة من الطينة سمكها ٣ م وطبقة من الرمل سمكها ٦ م وطبقة من الرمل الخشن والطينة الفرنية سمكها ٢ م حتى آخر الجسة وقد تم عمل تجربة الاختراق بفرز قضيب مع التربة للعبير عن مقاومة التربة للاختراق بنظيرتها فى المعمل عند محتويات مائية مختلفة وفيها يمكن تعيين المستوى المائى لتربة التأسيس وقد تم استخدام جهاز الاختراق الدنياميكى Dynamic Penetrometer وبه يتم حساب عدد الدقات اللازمة مخروط قطره ٥ سم بمقدار ١٠ سم بواسطة كتلة وزنها ٢٠ كجم تسقط من ارتفاع ٢٥

سم وعدد الدقات القياسية وقد تراوحت عدد الضربات القياسية لكل ٣٠ م اختراق من ٥ — ٢١ ضربة متدرجة فى الزيادة فى العمق مما يعطى إشارة إلى أن الطبقة العلوية ليست على درجة كبيرة من الدمك وإن إجهاد التربة عند منسوب تأسيس المبنى لا يمكن أن يتجاوز ١ كجم / سم٢ .

وقد تم عمل تجارب التدرج الحبيبى على عينات مختارة من التربة وأظهرت أن معامل التدرج والانتظام يتراوح من ١,٨١ إلى ٨٦ ومن ٤,٤٤ إلى ٢ على الترتيب مما يعطى دليل على أن التربة متدرجة ومنظمة الحبيبات وقد تبين من الدراسة الهيدروليوجية أن منسوب سطح المياه إلى حدود ٢٠ سم من سطح الأرض الطينية كما تم إجراء تجارب الانتفاش الحر لعينتين أعطت نسبة مقدارها ٣٠ % علما بأن نسبة المواد الناعمة لم تتعدى ١٠ % على ذلك فإن هذه النسبة غير مؤثرة ويمكن إهمالها .

ثالثا : الحفر حول الأساسات :

قبل الشروع فى عملية الحفر حول الأساسات وإجراء عمليات الترميم له عمل صلبات مائلة للحوائط الحاملة هذه العملية . تتوقف مساحة الحفر على نوع التربة والميول المأمونة لها وعمق الحفر وعلى نوع الأساس وطريقة تنفيذه وكذلك مستوى المنسوب المائى .

ويجب أن يؤخذ فى الحساب عند الوصول بالحفر إلى منسوب التأسيس أن هناك مساحة كافية لمجارى نزح المياه ويكون الحفر بميول ملائمة لتجنب حدوث الانهيارات فى هذه الميول أثناء العمل . وقد روعى عدم تعرض التربة فى فقدان كبير فى قوى القص بها لأعماق كبيرة نتيجة لتخفيف الحمل عليها فى حالة الحفر العميق وتسرب المياه إليها .

ويتوقف الميل الملائم فى التربة على زاوية الاحتكاك الداخلى وعلى مقدار قوة التماسك وكذلك على ارتفاع الحفر نفسه فقد يكون رأسيا إذا كان ارتفاع الحفر بسيطا وزيادة زاوية الميل عن الرأسى كلما زاد الارتفاع ويكون الملائم من ٢ : ٢ أفقى : الرأسى .

وقد روعى أيضا سرعة الانتهاء من أعمال المعالجة للأساسات .

نزح المياه الأرضية :

تظهر المياه أثناء عملية الحفر للأساسات ونظرا لارتفاع منسوبها تظهر على شكل رشح متفاوت الدرجات من رشح ضعيف إلى خرير غزير .

وتختلف كميتها تبعا لنوعية التربة ونظرا لأن مستوى التأسيس على منسوب منخفض الآن من منسوب المياه الأرضية فيجب إجراء عملية نزح للماء الأرضى لضمان سلامة عملية العلاج والترميم للأساس .

وتختلف طرق النزح تبعا لكمية مياه الرشح فإذا كانت قليلة تعمل بيارة بعيدة عن الحفر يتراكم فيها الرشح وينزح الماء بالدلاء أو بطلمبة يدوية أو آلية إذا كانت الأولى غير كافية وتسند جوانب الحفر بستائر خشبية لمنع الرشح وتكون هذه الألواح من خشب السويد بعروض تختلف بين ٨ — ١٠ سم بسمك ٢ بوصة وبأطوال تختلف باختلاف عمق الحفر على أن يسند كل بوصتين متقابلين بواسطة عوارض أفقية للزنق وتكون عادة من عروق من الخشب السويدى بقطاع ٤ × ٤ بوصة ووظيفتها هو أن تضغط الألواح الرأسية على جانبى الحفر وتمنعها من السقوط تحت تأثير هذه الجوانب ويتكرر وضع هذه العوارض حسب عمق الحفر ويستحسن أن توضع بحيث لا تزيد المسافات الرئيسية فيها عن ١,٥ م وتكون عادة ١,٢٥م أما إذا كان عمق الحفر لا يزيد عن متر واحد فيكتفى

بوضع عارضة واحدة فى وسط اللوح الرأسى . وقد توضع دكم خشبية (عوارض زنق) وعلى مسافات محورية من ١,٠ — ١,٥ م وتثبيت الدكم بالمدادات أو بالزنق (الشحط باستعمال الخوابير الخشبية)

التكسير بطريقة الأقواس للأساسات :

يتم بعد التعرف على نوعية الأساسات وضعف خواصه وعدم ترابط مكوناته من الطوب وضعف المونة الرابطة لذا يجب إجراء عملية التكسير بالأساس على شكل أقواس نصف دائرية نصف قطرها ٤٥ سم وعمقها على حسب سمك الحائط حيث يتم إجراء هذه العملية على مرحلتين فى حالة الجدران السميكة التى يزيد سمكها عن ١م المرحلة الأولى من الخارج والثانية من الداخل .

حيث يتم تكسير الأساس بهذه الطريقة حتى الوصول إلى تربة التأسيس وذلك للتعرف على حالتها ومدى تأثيرها على مواد البناء للأساس .

وتتم هذه المرحلة بدقة وعناية ويراعى استخدام المدقات البسيطة والأزاميل حتى لا تحدث اهتزازات كبيرة وبالتالى التأثير على الحائط الحامل فوق الأساس .

إحلال تربة التأسيس :

يتم إحلال تربة التأسيس الطينية الناعمة بتربة رملية متجانسة خالية من الأملاح والمواد العضوية والمواد الغريبة وتجرى عملية الدمك لتخفيض الكثافة الجافة حيث تجرى عملية الدمك للحبيبات حتى تمنع اتصال الهواء الموجود فى الفراغات بالجو حيث أن ضغط الهواء المحبوس فى الفراغات يزيد عن الضغط الجوى بمقدار يتوقف على درجة تقارب الحبيبات وحجم الهواء المحبوس وكلما

دمكت الحبيبات مع بعضها تنتج تربة مدموكة كثيفة ذات فراغات كلية أقل وذات نسب هواء أقل تنتج أكبر كثافة جافة وأقل نسبة مسام .

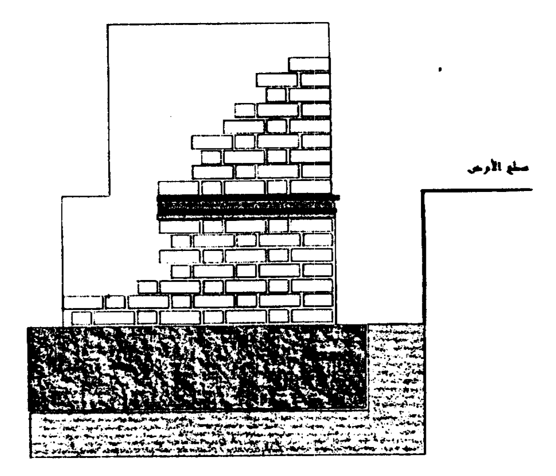
ويزيد الدمك من مقاومة التربة للفص وقدرتها للتحمل ويخفض من قدرة التربة على الانضغاط والهبوط كما يقلل من نفاذيتها وقدرتها على تسرب المياه . وقد أجريت عملية الدمك بالمطارق حيث تراوح وزن المطرقة من ٣٠ — ٥٠ كجم .

تقوية الأساس :

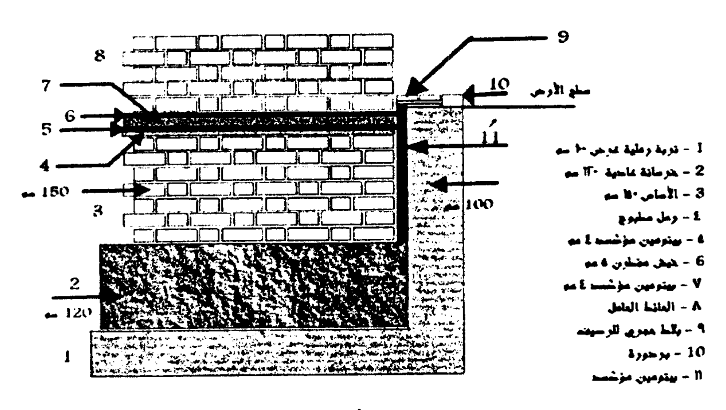
بعد إجراء عملية الدمك لتربة التأسيس يتم عمل خرسانة عادية من مونة الأسمنت ٤٥٠ كجم / سم٣ وكمية الزلط ٠,٨ / سم٣ والرمل ٠,٤ سم٣ ويتم تقوية الأساسات وتحويلها إلى أساسات مستمرة بالخرسانة العادية على حسب سمك الأساسات وعمقها وقد أجريت عملية التقوية باستخدام خرسانة عادية تحت الأساس بعمق ١,٢٠م وسمك يزيد عن سمك الأساس بمقدار ١٠ سم من كل جانب وقد وصلت مقاومة الخرسانة للضغط إلى ٣٠٠ كجم / سم٣ .

حيث يتم خلط الخرسانة على الناشف ثم يضاف الماء بالقدر المطلوب حسب طبيعة الموقع ويكون التخمير على طبالي خشبية أو صاج ويراعى عدم رمى القواعد من مكان عالي حتى لا تفكك جزيئات الخرسانة .

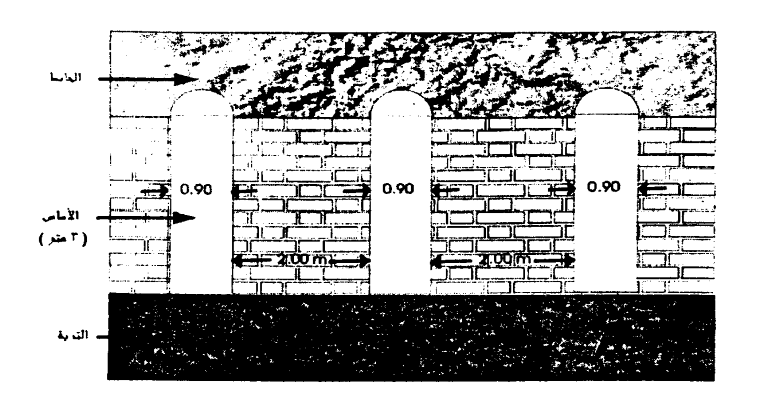
ويتم وضع ألواح بونتي على أحرف البئر من الجانبين حتى لا تميل الأتربة داخل التربة على الخرسانة ويجب ذك الخرسانة العادية بالمندالة وحتى الوصول إلى المنسوب المطلوب ويكون الدك ٢٠ سم ثم يخدم الوجه ويسوى المسطرين بعد الوصول للمنسوب المطلوب ويجب رش الخرسانة العادية للأساسات بالماء الغزير ولمدة ثلاثة أيام من الصب حتى لا تتعرض للتشقق .



شكل لقطاع بالأساسات بوضع الشرخ بالحائط الحجري والأساس



شكل لقطاع بالأساسات بوضع أسلوب العزل استخدام البيوتومين والخيش المقطرن



شكل يوضح المسافات بين الأقواس باستخدام طريقة الأقواس للتكسير بالأساس
منظر أمامي

أعمال العزل الأفقي للأساسات :

تعمل الطبقات العازلة الأفقية على عزل أساسات المنشآت الأثرية رفيع وصول المياه الأرضية إلى داخل التركيب البنائي للأساس وتلفهـــا لمـــواد البنـــاء المستخدمة فيه وقد استخدم فى عملية العزل الأفقي بالبيومين المطبوخ المضاف إليه نسبة من الرمل حيث تم فرم هذه الطبقة بسمك ٢سم ثم استخدام طبقـــة مـــن البيتومين المؤكسد الساخن ولصق طبقة من الخيش المقطرن وهو عبارة عن لفائف من القماش بعرض ٩٠ جم وطول ١٠م ويتميز بأنه لزج وطرى وسهل التشكيل وتلصق هذه اللفائف على الأساس.البيتومين المؤكسد الساخن مع عمل ركوبات طويلة وعرضية بعرض يتراوح ١٠سم وبعد عملية الفـــرد تـــدهن بـــالبيتومين المؤكسد الساخن بعد لصقها حيث يتم عزل الأساسات على مستوى أعلى مـــن

مستوى سطح الأرض .

حيث توضع طبقة العزل فوق السطح الداخلى لقاعدة البلاط والحوائط الخارجية ويعمل فى الوسلة الداخلية زوايا ميل بين الطبقة العازلة الأفقية والرأسية بعد ذلك حيث يوضع الأسمنت والرمل أفقيا لكى يكون طبقة من المونة الأسمنتية ٢٥٠ كجم / سم٣ للحصول على طبقة واقية للمادة العازلة لحمايتها وجعلها تتحمل الأحمال ومنع القوى الناتجة عن ضغط الماء وتكون الطبقة الحامية بسمك ٢ سم.

المواصفات الفنية للطبقة العازلة :

يجب أن تكون البيتومين المستعمل فى أعمال الطبقة العازلة للطوب من النوع المنفوخ المعروف تجاريا باسم بيتومين مؤكسد درجة ٨٥ / ٢٥ والذى ينطبق عليه المواصفات القياسية المصرية رقم (م ق ١٩٥ / ١٩٦٢) والتى تتخلص فى الآتى :

الوزن النوعى فى درجة ٢٥° م ١٠١ – ١٠٦

نقطة الاحتراق فى الوعاء المكشوف حد أدنى ٢٠٠° م

نقطة التسيل Softing Point ٨٠ – ٩٠

الغز Penetration ٢٠ – ٣٠

الميوعة فى درجة ٢٥° م Ductility ٣ سم

الذوبان فى محلول ثانى كبريتور الكربون (حد أدنى) ٩٩ ٪

ويستعمل البيتومين دون إضافة مواد غريبة ويتم تسخينه إلى درجة ١٩٠° إلى ٢١٠° م والجوت المستعمل يكون من نوع هيشان ويزن محو ٢٨٠ جم / م ٢ ويشبع فى البيتومين الساخن الذى لا تزيد نسبة المواد المعدنية فيه عن

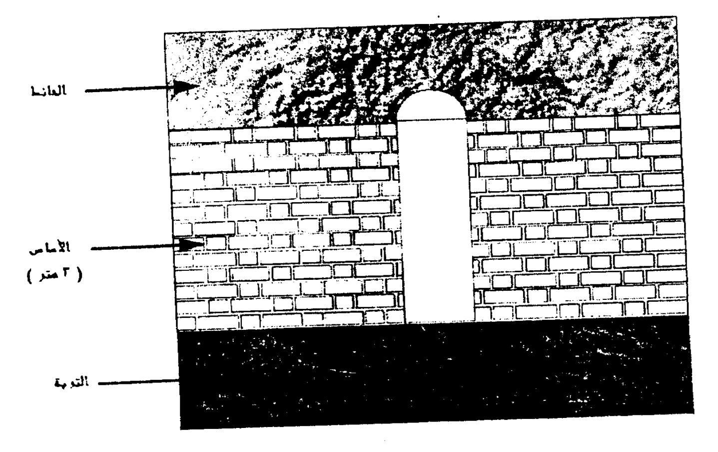
٣٠ % من الوزن ويجب أن يكون السمك النهائى منتظم فى عموم السطح ثم يرش السطحين بطبقة من الرمل الناعم المنظف المغسول ويتراوح وزن المتر المربع ما بين ٣,٠٠ — ٣,٥٠ كجم .

إعادة البناء للأساسات :

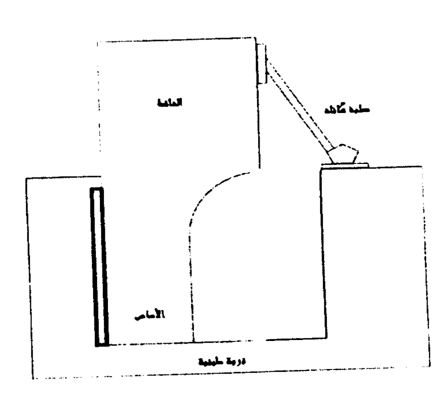
يتم إعادة البناء للأساسات وذلك باستخدام نوعية الطوب القديم ناتج الفك للأساسات والتى أبعاده ٢٢ × ١٠ × ٦ سم تقريبا وقد روعى رص قوالب الطوب بنفس نظام الرباط القديم وهو الرباط الفلمنكى والذى يخلق كتلة متماسكة تؤدى إلى توزيع الأحمال الواقعة من أعلى وتوصيلها إلى الخرسانة العادية إلى تربة التأسيس وترص الطوب بطريقة تظهره فى الواجهة بحيث يقع فى كل أدية وإلى جانبها طوبة سناوى على التبادل بحيث تقطع المداميك مع بعضها الحل ويستعمل غالبا فى الحوائط الظاهرة وبفرض زخرف يتميز بجمال منظر رص الطوب فى الحوائط الخارجية دون بياض مع استخدام ميدات خشبية أفقية وعرضية فى الحائط حيث تتكرر كل ٧ مداميك فى الأدوار الأولى .

العزل الرأسى للأساسات :

وقد تم عمل العزل الرأسى للأساسات وذلك عن طريق قميص من الطوب الطفلى مقاس ٢٢ × ١١ × ٦ سم يبعد عن حائط الأساس بمقدار ٢ سم حيث تم تنفيذه على حطات مقدارها ٢٠ سم وصب البيتومين المؤكسد الساخن تبعا للمواصفات القياسية المصرية حتى الوصول إلى طبقة العزل الأفقية ومرتكزا على طبقة الخرسانة العادية تحت الأساس .



شكل يوضح التكسير بالأساس باستخدام طريقة الأقواس
منظر أمامي



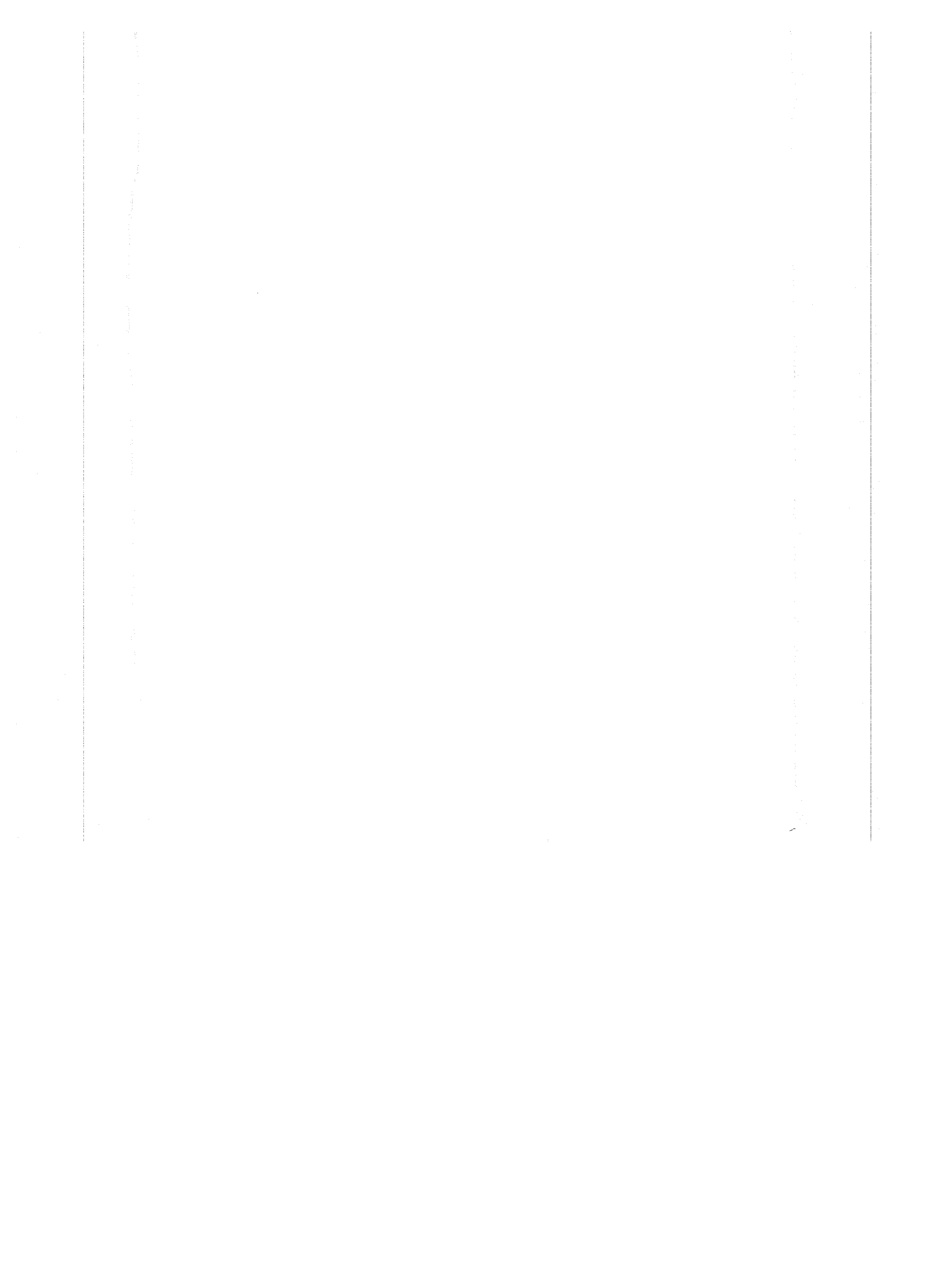
شكل يوضح المرحلة الأولى في التكسير الأساس بطريقة الأقواس

إحلال تربة رملية حول الأساسات :

تم نقل مخلفات الحفر حول الأساسات إلى المقالب العمومية وإحلال تربة رملية متجانسة نظيفة خالية من الأملاح والمواد الغريبة وتبعا للمواصفات القياسية المصرية حول الأساسات وإجراء عمليات الدمك الجيد لها بواسطة المندالة وعمل خرسانة عادية فوقها بسمك ٢٠ سم وذلك لزوم عمل الرصيف المكــون مــن الحجر الجيرى بمقاسات تراوحت مـــن ٠,٤٠ × ٠,٢٠ × ١ م لـــزوم عمـــل البرودورة الخارجية حيث تحجز بلاط من الحجر الجيرى وارد محــاجر حلــوان بسمك تتراوح من ١٠ — ١٥ سم وعرض ٣٠ × ٦٠ مع مراعاة تنفيذ طبقـــة سطح الرصيف أقل من مستوى العزل الأفقى للأساسات من خلال الدراسة تبين تأثير ارتفاع منسوب المياه الأرضية على تلف مواد البناء المختلفة المســـتخدمة فى أساسات مبنى الامصيلى بمدينة رشيد وتأثيرها على الخواص الفيزيوميكانيكية لها وضعف مقاومتها للتحميل وحدوث شروخ وهبوط بالأساسات والتأثير علـــى مكانة المبنى الأثرى .

ومن الدراسة الهيدوجيولوجية تبين وجود طبقات مختلفة لتربة التأسيس لمبانى رشيد وارتفاع نسبة المياه الأرضية لتقرب من ٢٠ سم من ســـطح الأرض الطبيعية وارتفاع نسبة المياه الأرضية بشكل عام بمدينة رشيد .

إجراء عمليات العلاج والترميم والتدعيم للأساسات على مراحل حـــتى لا تؤثر عملية التدعيم على متانة المبنى الأثرى . وإجراء عملية العـــزل الأفقـــى والرأسى للأساسات فى وجود نسبة المياه الأرضية المرتفعة . وذلك للتعامل مـــع المبنى الأثرى كوحدة واحدة مقواه ومدعمة حتى فى وجود نسبة المياه الأرضـــية المرتفعة وكأنها الجوار المنشآت فى البحر كالأعلام و ذلك للمحافظة على الطابع المعمارى المميز لمبانى رشيد .



المراجع

١) إبراهيم إبراهيم عنانى : رشيد فى التاريخ ، جامعة الإسكندرية ١٩٨٧م

٢) إبراهيم أحمد زرقانه : الجغرافية الطبيعية ، القاهرة ١٩٦٨م

٣) إبراهيم فوزى (دكتور) : مبادئ الميكانيكا الهندسية ، الطبعة الثالثة ، مكتبة عين شمس ، القاهرة ١٩٩٣م

٤) أبو صالح الألفى : الفن الإسلامى بدون تاريخ .

٥) إحسان ذكى درديز (دكتور) : تجارب واقعية لتصدعات المبانى الأثرية التاريخية " دراسة حالة منطقة باب زويله بالقاهرة الإسلامية مقال بمؤتمر " تصدعات المبانى بالعالم العربى وكيفية معالجتها الرياض ٢٩ فبراير إلى ٣ مارس ١٩٩٢م

٦) أحمد حسين القفل : الأهمية الاقتصادية للحيوانات ، القاهرة ١٩٦٧م

٧) أحمد سيد أحمد شعيب : الأسس العلمية لعلاج وصيانة الآثار الحجرية رسالة ماجستير قسم الترميم كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٨٣م

٨) أحمد محمد جاد سيد أحمد : فن العمارة والإنشاء عالم الكتب ، القاهرة ١٩٨٧م

٩) أ . د . امز : حياة الحشرات ترجمة د. سميرة الزيادى مراجعة د. محمود حافظ ، دار الفكر العربى ، القاهرة ١٩٩٨م

١٠) السيد عبد الفتاح القصبى (دكتور): ميكانيكا التربة ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة ١٩٩٣م

١١) السيد عزت قنديل (دكتور) ، وعبد الوهاب السيد (دكتور) ، وسمير على توفيق (دكتور) ، وحسين إبراهيم على (دكتور) ، وإبراهيم خير الله (دكتور) : أساسيات تصنيف الأشجار وتعريف الأخشاب ، منشأة المعارف بالإسكندرية ١٩٩١م

١٢) السيد محمود محمد البنا (دكتور) : دراسة ترميم وصيانة مدينة صنعاء القديمة فى العصر العثمانى ، رسالة دكتوراه كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩٣م

١٣) المعهد الفرنسى لأبحاث التنمية: كلية التخطيط الإقليمى والعمرانى مدن مصر ذات التبادل التجارى معمار رشيد التقرير النهائى الجزء الثانى ١٩٩٤م

١٤) الفريد لوكاس : المواد والصناعات عند قدماء المصرين ترجمة د. ذكى اسكندر ، ومحمد زكريا غنيم ، دار الكتاب العربى القاهرة ١٩٤٥م

١٥) الكود المصرى لأسس تصميم واشتراطات تنفيذ أعمال المبانى الجزء الثالث : الحوائط الحاملة قرار وزارى رقم ٤٧٩ لسنة ١٩٩٤م اللجنة الدائمة الطبعة الأولى ١٩٩٥م

١٦) المواصفات القياسية المصرية : رقم ٩٧٤ – ١٩٦٩ الأسمنت البورتلاندى الحديدى ٣٥

١٧) المواصفات القياسية المصرية : رقم ٨٣ – ١٩٧٠م الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات ، الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى

١٨) المواصفات القياسية المصرية : رقم ١٠٣١ – ١٩٧٠م الأسمنت البورتلاندى الأبيض

١٩) المواصفات القياسية المصرية : رقم ١١٠٨ – ١٩٨١م رمل مون المبانى الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى

٢٠) المواصفات القياسية المصرية : رقم ٥٨٤ – ١٩٧٩م الجير الحى والجير المطفئ لأغراض البناء وبعض أغراض الصناعة الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى

٢١) المواصفات القياسية المصرية : ٥٩٧ – ١٩٨٠م الطرق القياسية الفيزيائية والكيمانية لاختيار الاجيار ، الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى وجودة الإنتاج

٢٢) المواصفات القياسية المصرية : ٣٧٣ – ١٩٨٤م الأسمنت البورتلاندى العادى و الأسمنت البورتلاندى سريع التلصد الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى وجودة الإنتاج

٢٣) المواصفات القياسية الألمانية :

٢٤) أنور الرفاعى : تاريخ الفن عند العرب والمسلمين ، دار الفكر ، الطبعة الثانية ، القاهرة ١٩٧٧م

٢٥) أوقطاى أصلان ابا : ترجمة أحمد محمد عيسى : فنون الترك وعمائرهم استانبول ١٩٨٧م

٢٦) ايمز وماك دانيلز : مقدمة فى علم تشريح النبات ترجمة عبد الفتاح القصاص (دكتور) ، القاهرة ١٩٦٢م

٢٧) بدر مبروك (دكتور) ، بهاء بكرى (دكتور) ، وعصام الدين بدران (دكتور ، وحسين بدران ، جمال المهدى ، ووليد الألفى : التنمية السياحية كمدخل إلى التنمية الشاملة لمركز رشيد ، تقرير مقدم إلى الهيئة العامة للتنمية السياحية ، وزارة السياحة ، ١٩٩٥م

٢٨) بيتر جروسمان : أبو ميما دليل عن مركز الحج التاريخى مطبعة فوتياوس وشركاه القاهرة ، ١٩٨٦م

٢٩) توفيق أحمد عبد الجواد ، محمد توفيق عبد الجواد : مواد البناء وطرق الإنشاء فى المبانى ، القاهرة ، ١٩٦٩م

٣٠) توفيق محمد قاسم (دكتور) : التلوث مشكلة اليوم والغد ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٩م

٣١) د . جمال السيد : قسم الحشرات الاقتصادية ، كلية الزراعة جامعة القاهرة عام ١٩٩٩م

٣٢) جمال عبد الرحيم إبراهيم حسن: الحليات المعمارية الزخرفية على عمائر القاهرة فى العصر المملوكى الجركسى ، رسالة دكتوراه قسم الآثار الإسلامية كلية الآثار ، جامعة القاهرة ١٩٩١م

٣٣) جيوفانى مزاوى : ترجمة ناصر عبد الواحد ، الرطوبة فى المبانى التاريخية سلسة الصيانة العلمية المركز الإقليمى لصيانة الممتلكات الثقافية فى الدول العربية ، بغداد ١٩٨٤م

٣٤) حسام الدين عبد الحميد (دكتور) : تكنولوجيا صيانة وترميم المقتنيات الثقافية الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٧٩م

٣٥) حسام الدين عبد الحميد (دكتور) : المنهج العلمى لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثرية ، القاهرة ١٩٨٤م

٣٦) حسام الدين عبد الحميد (دكتور) : محاضرات فى علاج وصيانة الآثار العضوية تمهدى ماجستير قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار جامعة القاهرة ، ١٩٩٢م

٣٧) حسن الباشا (دكتور) : القاهرة تاريخها فنونها آثارها ، القاهرة بدون تاريخ

٣٨) حسن فتحى : العمارة والبيئة ، دار المعارف القاهرة ١٩٧٧م

٣٩) حسنى محمد نويصر (دكتور) : الآثار الإسلامية مكتبة نهضة الشرق القاهرة ١٩٩٦م

٤٠) حسين محمد جمعه : الشروخ والترميمات القاهرة ١٩٩٢م

٤١) حسين محمد صالح : مواد البناء ، المطبعة الأميرية بالقاهرة ، الطبعة الخامسة القاهرة ١٩٥٧م

٤٢) حسين محمد على إبراهيم : علاج وترميم الأخشاب الملونة تطبيقاً على تابوت من العصر اليونانى الرومانى ، حفائر دير البنات بالفيوم رسالة ماجستير قسم الترميم كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ١٩٨٧م

٤٣) خالد عزت : فقه العمارة الإسلامية ، دار النشر للجامعات ، الطبعة الأولى ، القاهرة ١٩٩٧م

٤٤) خليل إبراهيم واكد : أسباب انهيارات المبانى ، القاهرة ١٩٩٢م

٤٥) ذكى حواس (دكتور) : أمراض المبانى كشفها وعلاجها والوقاية منها عالم الكتب ، الطبعة الأولى ، القاهرة ١٩٩٠م

٤٦) روبرت ك. فيكاف ، ويليام هـ (دكتور) ، ولوكمان : مقدمة فى السيطرة على الآفات الحشرية ، ترجمة زيدان هندى عبد الحميد (دكتور) ، وأحمد إسماعيل جاد الله (دكتور) ، وأحمد لطفى عبد السلام (دكتور) ، وأحمد على جمعه (دكتور) ، وجميل برهان الدين السعدنى (دكتور) ،ومحمد إبراهيم عبد الحميد (دكتور) : الدار العربية للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، القاهرة ١٩٩٠م

٤٧) سامى محمد أبو طالب : تحديث القيم الجمالية والوظيفية للعمارة الداخلية من خلال عمائر رشيد المملوكية . رسالة دكتوراه . كلية الفنون الجميلة جامعة المنيا ١٩٩٥م

٤٨) سعد زغلول عبد الحميد (دكتور) : العمارة والفنون فى دولة الإسلام ، الناشر منشأه المعارف بالإسكندرية ١٩٨٦٠م
٤٩) سمير الصايغ : الفن الإسلامى ، دار المعرفة ، بيروت لبنان ١٩٨٨م
٥٠) سليم حسن : مصر القديمة الجزء الثانى فى مدينة مصر وثقافتها فى الدولة القديمة والعصر الاهناسى ، مطبعة كوثر ، القاهرة ١٩٤٩م
٥١) سيد سعد عبد السلام (دكتور) ، ومنير محمد كمال (دكتور) : تأثير الكلوريدات على صدأ المنشآت الكائنة بالبيئية الساحلية والبحرية بحث بالمؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م
٥٢) شادية الدسوقى عبد العزيز كشك : أشغال الخشب فى العمائر الدينية العثمانية بمدينة القاهرة ، رسالة ماجستير ، قيم الآثار الإسلامية ، كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٨٤م
٥٣) صالح أحمد صالح (دكتور) : محاضرات الترميم فى علاج وصيانة الأحجار ١٩٨٨م
٥٤) طه عبد القادر يوسف عمارة: العناصر الزخرفية المستخدمة فى عمارة مساجد القاهرة فى العصر العثمانى ، رسالة دكتوراه فى الآثار الإسلامية قسم الآثار الإسلامية ، كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٨٨م
٥٥) عبد الحليم كامل (دكتور) : آفات الحبوب المخزونة وفتجالها وطرق مكافحتها ، القاهرة ١٩٧٧م
٥٦) عبد الرحمن الرافعى : تاريخ الحركة القومية وتطور نظام الحكم ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٨م
٥٧) عبد الرحيم إبراهيم (دكتور) : العمارة وزخارفها ، مكتبة عالم الفكر الطبعة الأولى ، القاهرة ١٩٨٩م
٥٨) عبد العزيز التوجيرى ومحمد ميسر الطباع (دكتور) : اثر ارتفاع منسوب المياه الارضية على المبانى فى مدينة الرياض بحث بالمؤتمر "تصدعات المبانى بالعالم العربى وكيفية معالجتها الرياض ٢٩ – فبراير إلى ٣ مارس ١٩٩٢م

٥٩) عبد العزيز المنشاوى (دكتور) ، وعصمت حجازى (دكتور) : الآفات الحشرية والحيوانية وعلاقاتها بالنبات والإنسان والحيوان وطرق مكافحتها منشاة المعارف بالإسكندرية ، الطبعة الأولى ١٩٩٤م

٦٠) عبد العزيز رفاعى (دكتور) : انتصار مصر فى رشيد المؤسسة المصرية العامة للتكاليف والترجمة والطباعة والنشر ، القاهرة ١٩٦٢م

٦١) عبد الفتاح البنا : علاج وصيانة الآثار الحجرية رسالة ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩٠م

٦٢) عبد الظاهر عبد الستار أبو العلا (دكتور) : محاضرات علاج وصيانة الآثار غير العضوية تمهيدى ماجستير قسم ترميم الآثار كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩٢م

٦٣) عبد اللطيف بدر الدين (دكتور) : فسيولوجيا حيوانات المزرعة القاهرة ١٩٥٣م

٦٤) عبد اللطيف الديب (دكتور) ، أحمد الشاذلى (دكتور) ، و احمد عبد الوهاب عبد الجواد (دكتور) : الحشرات الاقتصادية والدراسات العملية المورفولوجية لتعريفها ، دار المعارف ، جامعة الإسكندرية بدون تاريخ

٦٥) عبد الله فيح الغمراوى (دكتور) : علم الحشرات العام والتطبيقى ، مكتبة الهلال ، الطبعة الثانية ، بغداد ١٩٨٦م

٦٦) عبد المنطلب محمد على : تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية بصعيد مصر ، رسالة ماجستير قسم العمارة ، كلية الهندسة جامعة أسيوط ١٩٨٩م

٦٧) عبد المنعم محمود الهجان : دور الأعمال الفنية ببيوت المماليك برشيد فى النمو بالذوق الفنى والشعبى ، رسالة ماجستير كلية التربية الفنية ، جامعة حلوان ١٩٨٠م

٦٨) عبد المعز شاهين : علاج وصيانة المقتنيات الثقافية برياض ١٩٧٩م

٦٩) عبد الوهاب إبراهيم السنباطى : علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المغمورة فى الماء أو المطمورة فى تربة رطبة رسالة ماجستير قسم ترميم الآثار ، كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩١م

٧٠) عبد الوهاب حسن منصورى (دكتور) : عرض لحالات خاصة وتجارب واقعية محلية لتصدعات وتشققات فى المبانى أسبابها والطرق التى اتبعت لإصلاحها مقال بمؤتمر " تصدعات المبانى بالعالم العربى وكيفية معالجتها ، الرياض ٢٩ فبراير إلى ٣ مارس ١٩٩٢م

٧١) عادل شلش : تآكل المعادن ، المعارف التكنولوجية إشراف د . أنور عبد الواحد دار المعارف ، القاهرة ١٩٨٠م

٧٢) عادل شلش وصبحى محمد على : وقاية المواد من التآكل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٨٧م

٧٣) عاصم محمد رزق عبد الرحمن (دكتور) : مراكز الصناعة فى مصر الإسلامية سلسة الألف الكتاب الثانى ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٨٩م

٧٤) عامر فاخورى (دكتور) : تدعيم الأساسات بحث بالمؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

٧٥) عبلة محمد عبد السلام : علاج وصيانة الصناديق الخشبية الأثرية تطبيقاً على صناديق من الدولة الحديثة بالمتحف المصرى بالقاهرة ، رسالة ماجستير قسم الترميم كلية الآثار ، جامعة القاهرة ١٩٨٦م

٧٦) عربى محمد أحمد حسنين : تأثير الاتجاهات الفكرية والعقدندية على الفنون الإسلامية فى قصر ، رسالة ماجستير من قسم الآثار الإسلامية كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٨١م

٧٧) عصام بديع ملحم : دراسة تأثير رطوبة البحر المشبعة بالأملاح على المنشآت الخرسانية المسلحة ، وطرق معالجتها بحث بالمؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

٧٨) على محمد عبد الله (دكتور) : التلوث البيئى والهندسة الوراثية الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٩م

٧٩) علي مهران هشام (دكتور) ، وفرات توفيق الربع : وسائل حماية المنشآت من التدهور فى الظروف البيئية المختلفة بحث بالمؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

٨٠) عمرو رضوان (دكتور) : المبادئ العملية و أساسات ميكانيكا التربى درا الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة ١٩٩٤م

٨١) فاطمة يزا محمد عبد الحليم : خطة بحث لنيل درجة الماجستير فى ترميم الآثار عن دراسة المواد اللاصقة الطبيعية والصناعية المستخدمة فى ترميم اللوحات الزيتية ، قسم،الترميم كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩٠م

٨٢) فاطمة محمد حلمى (دكتور) : محاضرات علاج وصيانة المعادن ، قسم الترميم كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩٠م

٨٣) فخرى موسى (دكتور) ، ومحب حسين (دكتور) ، وحسين فهمى (دكتور) ، وسيد صالح (دكتور) : الجيولوجيا المعملية ، دار المعارف الطبعة الخامسة ١٩٩٢م

٨٤) فريد شافعي (دكتور) : العمارة العربية فى مصر الإسلامية ، المجلد الأول عصر الولاة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٤م

٨٥) كتالوج الشركة المصرية السويسرية لصناعة الكيماويات

٨٦) كتالوج شركة كيماويات البناء الحديث

٨٧) كرم محمود عبد المقصود منصور : الإنسان والنظم البيئية فى تعمير الساحل الشمالى الغربى ، رسالة ماجستير معهد الدراسات والبحوث البيئية جامعة عين شمس ١٩٩١م

٨٨) كمال الدين سامح (دكتور) : العمارة الإسلامية فى مصر ، الطبعة الثالثة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٨٧م

٨٩) كيراشو ك . أ . والفين . ك . ك : ترجمة عبد العزيز حامد مراجعة احمد محمد مجاهد الانشات ، الرياض ١٩٧٨م

٩٠) محمد الكسواني : تقيم تصدعات المباني والحكم على سلامتها ، بحث بالمؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦–١٩ سبتمبر ١٩٩٨م
٩١) محمد ذكي حواس (دكتور) : فن البناء المعاصر ، علم الكتب ، الطبعة الثانية القاهرة ١٩٨٥م
٩٢) محمد سيف النصر أبو الفتوح : مداخل العمائر المملوكية بالقاهرة الدينية والمدينة ، رسالة ماجستير ، قسم الآثار الإسلامية كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٧٥م
٩٣) محمد عبد الستار عثمان (دكتور) : المدينة الإسلامية ، عالم المعرفة ١٢٨ الكويت ١٩٨٨م
٩٤) محمد عبد العزيز مرزوق (دكتور) : الفن الإسلامي تاريخه وخصائصه ، مطبعة بغداد ١٩٦٥م
٩٥) محمد عبد العزيز مرزوق (دكتور) : الفنون الزخرفية الإسلامية في العصر العثماني ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٨٧م
٩٦) محمد عبد الفتاح القصاص (دكتور): التصحر تدهور الأراضي في المناطق الجافة عالم المعرفة ، سلسة رقم ٢٤٢ الكويت ١٩٩٩م
٩٧) محمد عبد القادر الصهبي (دكتور) ، ومحمد طارق فؤاد (دكتور) ، وياسر عبد الرؤف : الأسلوب التشخيصي لمعالجة وحفظ منشأ اثرى مقال بمؤتمر "المؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت " القاهرة ١٦–١٩ سبتمبر ١٩٩٨م
٩٨) محمد عبد الله حماد (دكتور) : أضرار ارتفاع المياه الجوفية على سلامة المباني مع بعض نماذج تطبيقية عن المدن العربية بحث بمؤتمر "تصدعات المباني بالعالم العربي وكيفية معالجتها الرياض ٢٦ – ٢٩ فبراير ١٩٩٢م
٩٩) محمد عبد الهادى محمد (دكتور) : علاج وصيانة خمسة أمثلة متنوعة من مجموعة الأخشاب : العصر الفاطمي المعروضة بالمتحف الإسلامي ، رسالة ماجستير كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٨٠م
١٠٠) محمد عبد الهادى محمد (دكتور) : التلف العضوى فى المنشآت الأثرية ١٩٩٢م

١٠١) محمد عبد الهادى محمد (دكتور) ، وبدوى محمد إسماعيل (دكتور) : تلف المبانى الأثرية بالقاهرة وطرق صيانتها وتأهيلها، بحث بالمؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت ، المجلد الثالث ، القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

١٠٢) محمد عز الدين حلمى (دكتور) : علم المعادن ، القاهرة ١٩٦٥م

١٠٣) محمد قاسم كريشان (دكتور) ، وحسين هلال الحمود : دراسة علمية لطرق إصلاح وترميم قواعد المبانى بالمؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

١٠٤) محمد كمال عبد العزيز (دكتور) : الصحة والبيئة التلوث البينى وخطره الداهم على صحتنا ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٩م

١٠٥) محمد ماجد عباسى خلوصى : استطلاع الموقع وأبحاث التربة و الأساسات الطبعة الخامسة القاهرة ١٩٩١م

١٠٦) محمد ماجد عباسى خلوصى : تنفيذ الأساسات ومقاومة انهيارات المبانى والإضافات الحديثة للخرسانة ، دار النشر للجامعات القاهرة ١٩٩٧م

١٠٧) محمد متولى (دكتور) : وجه الأرض ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ١٩٧٧م

١٠٨) محمد ممدوح رياض : أسباب وأثار تراكم المياه على أرضيات بعض المبانى فى مصر وطرق عرجها "بحث بالمؤتمر تصدعات المبانى بالعالم العربى وكيفية معالجتها ، الرياض ٢٩ فبراير إلى ١٣ مارس ١٩٩٢م

١٠٩) محمد نبهان سويلم (دكتور) : التلوث البيئى وسبل مواجهته ، الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٩٩م

١١٠) محمود أحمد محمود درويش : عمائر رشيد وما بها من التحف الخشبية فى العصر العثمانى ، رسالة ماجستير كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٨٩م

١١١) محمود عبد النبى (دكتور) ، وصلاح الدين النحوى (دكتور) : خواص المادة لطلاب الهندسة القاهرة بدون تاريخ

١١٢) محمود محمد فتحي الألفي (دكتور) : فلسفة ترميم وإعادة تأهيل المنشآت التاريخية بحث بالمؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

١١٣) مخائيل العيس (دكتور) : التحرى عن أسباب تشوهات وتصدعات المنشآت القائمة وكفيفة مراقبتها بحث بالمؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

١١٤) مصطفى السيد شحاته (دكتور) ، وعبد الوهاب عوض (دكتور) : خواص مواد البناء واختبارالها ، دار الراتب الجامعية ، بيروت ١٩٨٦م

١١٥) مصطفى كمال أبو الذهب (دكتور) ، محمد عبد القادر الجعرانى (دكتور): البكتريا ، الجزء الأول القاهرة ١٩٨٤م

١١٦) معتز الهوارى (دكتور) ، وهشام عبد الفتاح (دكتور) : تأثير الحرارة على التصرف الميكانيكي للخرسانة الراتنيجية ،بحث بالمؤتمر العربي لترميم وإعادة تأهيل المنشآت القاهرة ١٦-١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

١١٧) معرض آثار رشيد : المجلس الأعلى للآثار أعده نخبة من مفتشى آثار رشيد وهم محمد عبد العزيز ، محمد كمال الملاح ، محمد تمامى أبو العنين ، على عبد الدايم ، إبراهيم محمد عبد الله . ١٩٩٥م

١١٨) منار سقا اميفى : آثار الرطوبة فى أحداث تصدعات المبانى وطرق التعامل معها بحث بمؤتمر " تصدعات المبانى بالعالم العربى وكيفية معالجتها الرياض ٢٦ — ٢٩ فبراير ١٩٩٢م

١١٩) منى قاسم (دكتور) : التلوث البيئى والتنمية الاقتصادية الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٩٩م

١٢٠) مواصفات بنود أعمال البياض قرار وزارى رقم ١٦٤ لسنة ١٩٩٨ الطبعة الأولى القاهرة ١٩٩٧م

١٢١) نادر محمود عبد الدايم : التأثيرات العقائدية فى الفن العثمانى قسم الآثار الإسلامية كلية الآثار جامعة القاهرة ، رسالة ماجستير ، ١٩٨٩م

١٢٢) ن . دنكان : الجيولوجيا الهندسية وميكانيك الصخور المترجمون د ./ كنانة محمد ثابت ، د ./ محمد علاء الدين جميرى ، د ./ زهير موفتوحي بغداد ١٩٨٠م

١٢٣) نسرين محمد نبيل أحمد خيرت الحديدى : علاج وصيانة الأخشاب تطبيقا على تابوتين بالمتحف المصرى ، كلية الآثار جامعة القاهرة رسالة ماجستير من قسم ترميم الآثار ،كلية الآثار جامعة القاهرة ١٩٩٧م

١٢٤) نشرة وزارة الزراعة عام ١٩٩٦م عن المبيدات الحشرية

١٢٥) نصر الدين صادق المزينى (دكتور) : صلاحية المبانى القديمة لمقاومة أخطار الزلزال بحث بالمؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت ، القاهرة ١٦ — ١٩ سبتمبر ١٩٩٨م

١٢٦) نللى حنا (دكتور) : بيوت القاهرة فى القرنين السابع عشر والثامن عشر ، العربى للنشر والتوزيع ، القاهرة ١٩٩٣م

١٢٧) هاشم أحمد محمد : أسرار الأرض ، الهيئة العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٩٩م

١٢٨) هاول ف . ديلى . وجون . ت دوين وبول راهرلتش : ترجمة د. أحمد لطفى عبد السلام ومراجعة د . عوى محمد جنيدى ، مقدمة فى بيولوجية الحشرات وتنوعها ، دار ماكجروهيل للنشر ، القاهرة ١٩٨٣م

١٢٩) وارنرهيرت : أشغال النجارة العامة ترجمة م . عبد المنعم عاكف ، دار الأهرام ، دار النشر الشعبية للتأليف لايبزغ القاهرة ١٩٧٧م

١٣٠) ولى الدين عاشور (دكتور) ، وعبد الرحمن سرى (دكتور) : علم الفطر كلية الزراعة جامعة عين شمس القاهرة ١٩٧٠م